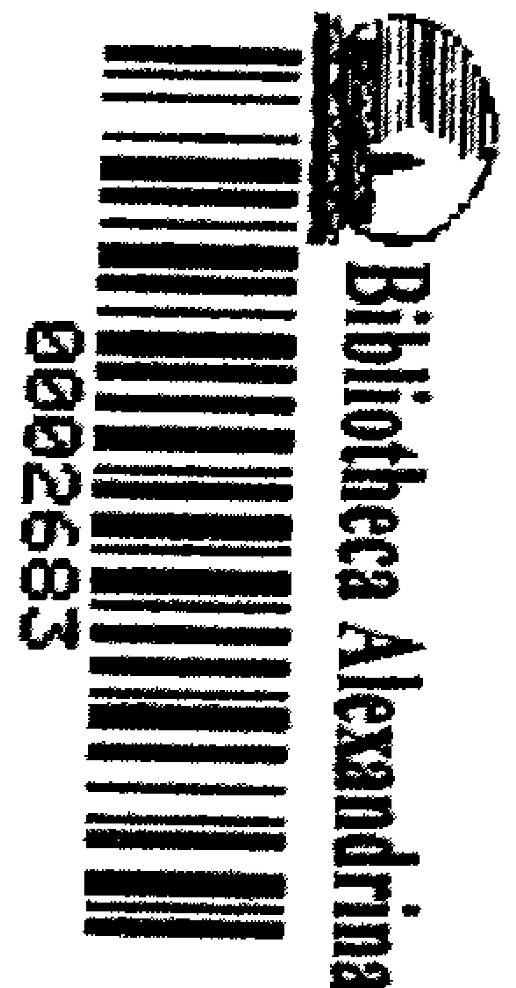
دكتور
محمد محمد تاز الجندى
أستاذ الصناعات الغذائية
بكلية الزراعة - جامعة القاهرة

الزيوت والدهون
والصابون والمنظفات

توزيع
دار المعارف



دكتور
محمد ممتاز الجندي
أستاذ الصناعات الغذائية
بكلية الزراعة - جامعة القاهرة

الزيوت والدهون
والصابون والمنظفات

توزيع
دار المعارف

مقـــــدمة

حاجة الانسان الى الطعام تبدأ بمجـــرد ان تدب الحياة فى جسمه ، فالغذاء هو المصدر الوحيد للمواد الكيميائية التى تضمن للجســم نموه وبقاءه . ومن هنـــا بدت اهمية علم التغذية NUTRITION اى علم تغذية الجســم NOURISHING الذى يبحث فى المغذيات NUTRIENTS الجوهرية التى يتحتم وجــودها ليمارس الجسم وظائفه وعمله ، سواء تلك التى يعجز الجســم عن تخليقها او تلك التى يستخدمها الجســم فى تخليق المركبـــات الضرورية ESSENTIAL ، وفى عواقب عـــدم امداد الجسم بالقدر الكافى من المغذيات الضرورية ، وفى كيفية ومهـــام عمليات الهضم والامتصاص والايض METABOLISM ، اى مجموع العمليات المتصلة ببناء البروتوبلازما ودثورها وبخاصة التغيرات الكيميائية التى تتم فى الخـــلايا الحية التى بها تؤمن الطاقة الضرورية للعمليات والنشاطات الحيوية والتى بها تمثل المواد الجـــديدة للتعويض عن المندثر منها ، وفى نظم التحكم والسيطرة والتوجيه والضبط لانقـــاذ المغذيات من الضياع هبـــاء فيصبح ممكنا اعادة استعمالها ويطرد جزء منها كفضـــلات . فالطعـــام مطلوب لتغذية الجســـم ومعالجة الجـــوع واشـــباع بعض الاحتياجات الاجتماعية ولتحقيق بعض النواحى الفسيولوجية . وتغـــذية الجسم تعتمد اعتمادا كليا على البيئة التى يعيش فيهـــا الانســـان ، أى على الارض والمـــاء والهواء والشمس ، فلا بقـــاء للانسان بدون هذه المؤثرات البيئية الاربعة . والانســـان قادر على معالجـــة الارض باليـــد أو ميكانيكيا ، فهو يحرثها ويبذرها ويسمدها ويقتلع أعشـــابها ويحصد محصولاتها وبذلك يؤثر فى كمية ونوعية وجودة الاطعمة المنتجـــة التى تحتوى على المغذيات المطلوبة للجسم بأقسامها الستة الرئيســـية وهى الكربوهيدرات والدهـــون والبروتينات والمعادن والفيتامينات والماء ، وهذه جميعـــا تسهم فى بناء وتجـــدد الانسجة وفى تنظيم العمليات الجارية بالجسم كمـــا أن بعضا منها يمـــد الجسم بالطاقة كمهمة اساسية للطعام وهذه تسمى مغذيات الطاقة ENERGY NUTRIENTS وهى الكربوهيدرات أساسا لغزارة كميتها فى الطعام عادة ثم الدهـــون (المركبات الليبيدية المنتجة للطـــاقة) وتأتى فى المرتبـــة الثانية ويليها البروتينات . والمـــواد البنائية فى جســـم الانسان هى البروتينات والمعـــادن والمـــاء أساسا ، كمـــا توجـــد المركبـــات المحتـــوية على ليبيـــدات (كالفوسفوليبيدات والكوليستيرول) فى انسجة خـــلايا الجسم ، وكذلك الجليكوليبيدات المكونة

من كربوهيدرات محتوية على ليبيدات تشــكل جزء من نسيج المــخ ، وكــذلك فيتامين الف يدخــل فى تركيب شبكية العين ، والثابت أن جميع المغذيات ذات وظائف تكوينية STRUCTURAL باستثناء بعض الفيتامينات وفى مجال تنظيم العمليات الجارية بالجسم تتدخل جميع هذه المغــذيات من بروتينات وكربوهيدرات وليبيدات ومعادن وفيتامينات وماء ، ولكل منها دور محــدد أساسى فى التمثيل الغذائى ، مثل حركة الســوائل وتحقيق الاتزان بين الحامض والقاعدة وتجمع الدم وتنشيط الانزيمات والمحافظة على درجة حرارة الجسم العــادية واطلاق الطــاقة وتخليق بروتينات الجسم . ولمــا كان كل من هذه المغذيات يتضمن العديد من المركبات ، بعضها يلزم وجــوده فى الطعام لان جسم الانسان يعجز عن تخليقهــا بداخله فقد رؤى تسميتها بالمغذيات الضرورية وهى : الاحماض الامينية الثمانية المسماة ليوسين وأيزوليوسين وليســين ومثيونين وفينايل آلانين وثرؤنين وتربتوفان وفالين بالاضافة الى الهستيدين فى مرحلة الطفــولة INFANTS وكــذلك النتروجين المطلوب لتخليق الاحماض الامينية الاخرى غير الضرورية ، ثم المــواد الكربوهيدراتية المستخدمة فى الامداد بالطاقة وفى تكوين السليلوز ، وكذلك الحمض الدهنى الضرورى وهــو اللينوليك ، ثم معادن الكالسيوم والفوسفور والحــديد واليود والصوديوم والبوتاسيوم والكبريت والكلور والمغنسيوم والزنــك والمنجنيز والنحــاس والكوبلت والفلور وقد يضــاف الى هــذه القائمــة المولبديوم والسلنيوم والكروميوم ، ومن الفيتامينات تلك الذائبــة فى الدهــون وهى الف A ودال D وهــ E وكاف K وتلك الذائبــة فى المــاء وهى الثيامــين والريبوفلافين والنياســين وب ٦ وفولاسين FOLACIN وب ١٢ وحمض البانتوثنيــك والبيوتين وجــيم C واخــيرا وليس آخــرا المــاء .

وفى حالة الجوع يصبح كل تفكير الانسان منصبا على معدته بينما تحظى أمــوره الخاصة الاخرى باهتمام ثانوى لان الجوع يعطى شعورا بالاحباط FRUSTRATION والكآبــة GLOOMINESS والوهــن DEPRESSION والانطواء والحقد على الاصحاء ومن يحملون أطعمة . وعنــدما يزداد الهزال يتحــول سلوك الفرد من الاعتــلال DISORDER والفوضى الى التمزق DISRUPTION .

ويبدو أنه فى حالة الجوع القاتل تتغلب لدى الانسان رغبة حب البقاء

على حبه لبقاء أطفـــاله . ومما يؤكـــد الاثر البالغ للطعام فى حيـــاة الانســـان استخدامه كأداة للتقارب والتحاب والترحيب اذ يشكل الطعام ركنـــا أساسيا فى برامج الاحتفالات وتزاور الاهل والاصـــدقاء ومكافأة الاطفال . ومن الناحية السيكولوجية يلجـــأ بعض الاشخاص الى التهام قدر زائد من الطعام ليفرج ويخفف عن نفسه عندما يشعر بالاحبـــاط وبالقلق والحصر النفسى ANXIETY وبالوحدة LONELY وبعـــدم الســـعادة وبالضجر BORED وبالحـــرمان من الحب ، وهـــذا بالتأكيد يؤدى الى ظهـــور البدانة OVERWEIGHT . كما أن بعض الاشخاص يكتسبون البدانة من جراء استخدامهم للطعام كوسيلة للتغلب على مشكلة فى حياتهم مثل الفراغ والحرمان من الحب والنجـــاح واعتلاء المناصب المرموقة وتملك النفوذ وبلوغ الهدف المرغـــوب . عموما فتناول الطعـــام ضرورة من ضرورات الحياة ، وكمية الطعام تتباين مع العمر ، فعلى سبيل المثال يحتـــاج الجسم من البروتين عشرين جراما لـــكل كيلو جرام من وزن الجسم فى عمـــر ٥ر٠ — ١ عـــام و ٨ر١ جـــراما فى مرحلة ١ — ٣ عـــام و ٢ر١ جراما فى سن ٧ — ١٠ عاما و ٩ر٠ جراما فى سن ١٥ — ١٨ عاما و ٨ر٠ جراما فى سن ١٩ — ٢٢ عاما والاعـــوام التالية . ونوعية الطعام تختلف من بيئة لاخـــرى متأثرة بما تنتجـــه هذه البيئة ، ففى بعض المناطق تســـود الغلال والدرنات والبقوليات فى أطعمة الشعب بينما فى مناطق اخرى تتوفر اللحـــوم فى التغذية ، كمـــا تتأثر الحـــالة الغذائية فى كل مكان بالحـــالات النفسية والاجتماعية واصـــل الجنس البشرى وتطوره وعاداته ومعتقداته . ويظل مفهوما أن جســـم الانسان العصرى ما يزال هو بذاته نفس جسم الانسان البدائى الذى ظهر على الارض منـــذ اثنى عشر الف عام ، فهو يحتوى على نفس المـــخ ولا يختلف كثيرا فى وسائل تعامله مع الطعام والبكتريا والسموم ومدنسات الهواء . وبرغم ثبات جسم الانسان دون تغييرات حتى الآن الا أن أحوال البشرية قـــد تغيرت كثيرا فى العصر الحديث وخاصـــة خلال المائة عام الاخيرة بفضـــل التكنولوجيا الحديثة وتبع ذلك وفرة فى انتـــاج الطعام وبتكلفة اقل وسهولة فى النقل والاتصالات مما يســـهل توزيع الطعـــام وسرعة وبراعة فى اعـــداد وطهى وتنويع الطعام . وصحب ذلك تلوث الميـــاه وتزايد الضباب والدخان فى الجو وضرورة إضافة بعض المـــواد الى الاطعمة لاطالة فترة صلاحيتها للاستعمال لمـــدة قد تصـــل الى عدة اعـــوام تحقق خلالها فرصـــة الاستمتاع بفاكهة واطعمة الصيف خـــلال

فصل الشتاء والعكس ايضا دون ان يستلزم ذلك زيادة الاسعار كثيرا نظرا لوفرة الانتاج والمحصول الناجمين عن نجاح استخدام المخصبات والمبيدات الحشرية . فالانسان فى لقرن العشرين تهيأت له فرصة اختيار طعامه الذى يشتهيه من بين آلاف الانواع والاصناف المعروضة فى الاسواق ، وبعضها معامل بالكيماويات لحفظه من التلف ، فيتضح اذن أن جسم الانسان فى عصرنا الراهن تغزوه مئات الكيماويات بينما هو عاجز تماما عن طردها كما هى أو يزلسمها DETOXIFY . واختيار الانسان لطعامه تحكمه عوامل عدة اهمها الوراثة HEREDITY والتقاليد TRADITIONS والموقع الجغرافى وفصول السنة وممارسات مرحلة الطفولة والاحساس العاطفى EMOTIONS . وقد لا يكون الانسان موفقا فى اختيار أطعمته ، سواء لقصور فى الناحية العلمية أو لرغبة جامحة نحو الاستمتاع بمزيد من طعام دسم ، فيتعرض الجسم للاصابة بأمراض معينة مثل التصلب العصيدى (العصاد ، التصلب التعصدى) ATHEROSIS (ATHEROSCLEROSIS) الذى يؤدى الى وفاة غالبية الاشخاص فى الزمن الحالى مما دعى الى اعتباره مرضا وبائيا (جائحا) EPIDEMIC وهو الاكثر شيوعا بين أنواع تصلب الشرايين ARTERIOSCLEROSIS ، وفيه تتراكم ركامات من مواد ليبيدية ممتزجة بخلايا عضلية وكالسيوم على الجدران الداخلية للشريان ثم تكبر هذه اللوحات (الصفحات) PLAQUES تدريجيا الى الحد الذى يعوق مرور الدم أو قد تسبب تكوين جلطة دموية وهذه بدورها توقف انسياب الدم . فاذا ما حدث هذا فى احد الشرايين التى تغذى جزء من عضلة القلب اى فى شريان تاجى (اكليلى) CORONARY ARTERY يموت هذا الجزء من عضلة القلب ويحل محله ندبة نسيجية SCARTISSUE كما ان حدوثه فى أحد شرايين المخ يؤدى الى موت الجزء المصاب من المخ . وعادة تحدث الوفاة فجأة . والجلطة (الخثرة) THROMBUS (CLOT) قد تتحرر وتنطلق فى الدم ثم تستقر فى الشريان الذى ضاق بفعل صفائح التصلب الشريانى ، فان كان هذا شريانا تاجيا مات جزء من عضلة القلب فجأة ويعرف ذلك باسم النوبة القلبية CORONARY OR HEART ATTACK بينما حدوث ذلك فى الشريان المخى (الدماغى) يسبب موت جزء من المخ CEREBRAL THROMBOSIS OR STROKE والثابت ان العصاد يبدأ فى سن مبكرة ، فقد لوحظت خيوط دهنية فى أورطة اطفال رضع لم يكملوا العام الاول من العمر كما لوحظ تكون صفحات ليبيدية ، مكونة

من كوليستيرول أساسا ، فى اجسام معظم الاشخاص الذين بلغوا الثلاثين من العمر . أى انه يمكن أن يقال أنه لا يوجد شخص خاليا من العصاد ولكن الاشخاص يتباينون فى مدى حدته وتقدمه وهذا يعنى أن التفكير يجب أن يكون منصبا على بحث وسائل خفضه أو تثبيطه بدلا من بحث كيفية اكتشافه وجوده من عدمه . وعوامل المخاطرة المؤدية الى الموت بفعل النوبة القلبية تزيد على الثلاثين وبعضها أصبح مؤكدا كالتدخين والناحية الوراثية خاصة فيما يتعلق بمرض الداء السكرى (الديابيط ، الزرب ، الديابيطس) وارتفاع ضغط الدم والبدانة والخمول وارتفاع تركيز كل من الكوليستيرول والجلسريد الثلاثى فى الدم والاجهاد STRESS والكرب وجنس الذكور ، فهذه العوامل جميعا ثبت احصائيا تأثيرها الفعال فى احداث المرض القلبى الوعائى (القلبى العرقى)

(CVA) Cardovascular - heart and blood vessel disease

وفرصة الاصابة بهذا الداء لا تتجاوز واحد فى المائة اذا خلا الجسم من كافة هذه العوامل ، بينما وجود ثلاثة من هذه العوامل يزيد نسبة احتمال الاصابة الى واحد فى العشرين . وأشد هذه العوامل فعالية هى التدخين وارتفاع تركيز الكوليستيرول فى سيرم الدم وارتفاع ضغط الدم . فعلى سبيل المثال وجدت النسبة المئوية للاصابة بالداء حوالى واحد ونصف فى المائة لغير المدخنين عندما يكون ضغط الدم ١٠٥ ملليمتر زئبق ونسبة الكوليستيرول ١٨٥ ملليجرام فى المائة ملليلتر وزادت النسبة لتصبح ٤ر٤ ٪ بارتفاع الضغط الى ١٩٥ كما بلغت ٧ر١٦ ٪ عندما ارتفعت نسبة الكوليستيرول الى ٣٣٥ وارتفع معها الضغط الى ١٩٥ ، ووصلت النسبة الى ٩ر٢٣ ٪ فى حالة المدخنين عند ضغط ١٩٥ ونسبة كوليستيرول ٣٣٥ . لكنه يذكر أنه لم يثبت حتى الآن بصفة قاطعة ان كوليستيرول الطعام هو المسبب للنوبة القلبية . والكوليستيرول الذى يترسب فى الصفائح على جدران الشرايين هو عادة الذى تحمله الليبوبروتينات المنخفضة الكثافة (LDL) LOW - DENSITY LIPOPROTEINS بينما تعمل الليبوبروتينات مرتفعة الكثافة (HDL) على ازالة الكوليستيرول من الشرايين واعادته الى الكبد ليهدم ويتحول الى صفراء تنصب فى الامعاء الدقيقة فيعاد امتصاص جزء منها ويطرد الباقى مع البراز . وكوليستيرول الدم قد يكون مصدره الطعام الا أن كلا من أنسجة الجسم عنده القدرة على تخليق

الكوليستيرول من مواد اخرى ، ويعتبر الكبد اكثر الاعضاء قدرة على تخليق الكوليستيرول فى الجسم ولذلك فانتاجه يتمشى طرديا مع كمية كوليستيرول الغذاء ، مع الاخذ فى الاعتبار العامل الوراثى اذ يتميز بعض الاشخاص بارتفاع نسبة الكوليستيرول فى دمائهم منذ الصغر . والثابت أن ارتفاع نسبة الدهن فى الطعام تزيد نسبة الكوليستيرول فى الدم وخاصة المشبعة POLYSATURATED بينما غير المشبعة POLYUNSATURATED تعمل على خفض نسبة كوليستيرول السيرم . ومن وسائل خفض نسبة الكوليستيرول فى الدم التحكم فى كمية ونوع دهن الطعام . وبصفة عامة ينصح بتقليل كمية الدهن فى الطعام وتقليل القدر المتناول من الكوليستيرول وضبط نسبة الدهون عديدة الروابط غير المشبعة الى الدهون المشبعة POLYUNSATURATED : SATURATED FAT (P : S RATIOS) ليكون الاتزان فى جانب غير المشبعة . ويمكن الرجوع الى جداول تحليل الاغذية لمعرفة كمية الدهن والكوليستيرول . وينصح احيانا بأن يتناول الشخص ثلاثمائة ملليجرام كوليستيرول او اقل يوميا ، وهذا القدر يمكن حسابه من الجدول التالى :

الطعام	كمية الوجبة	الكوليستيرول بالمليجرام
لبن فرز	١ كوب	٧
لبن كامل	١ كوب	٢٥
جيلاتى	١/٤ كوب	٥٠
لحم بقرى قليل الدهن مطهى	٣ اوقية	١١٠
لحم دجاج مطهى	٥ اوقية	٩٠
بيضة كاملة (٥٠ جرام)	١ بالعدد	٢٥٥
بياض بيض (٣٣ جرام)	١ بالعدد	صفر
صفار بيض (١٧ جرام)	١ بالعدد	٢٥٥
شرائح سمك مطهية	٣ أوقية	٦٠
قلب مطهى	٣ أوقية	١٣٠
كلى مطهية	٣ أوقية	٣٢٠
لحم حمل قليل الدهن مطهى	٣ أوقية	١١٠
كبد مطهى	٣ أوقية	٢٦٠

الطعـــــــــام	كمية الوجبة		الكوليستيرول بالمليجرام
لحـــم الكركند أو جراد البحـــر أو السرطان البحـــرى مطهى	٣	أوقية	١٧٠
لحم الضأن قليل الدهن مطهى	٣	أوقية	١٣٠
المحـــار النيىء	٣	أوقية	١٦٥
لحم خنزير قليل الدهن مطهى	٣	أوقية	١٤٠
لحم جمبرى مطهى	٣	أوقية	١٠٥
لحم عجالى قليل الدهن مطهى	٣	أوقية	١٨٠
كافيار (بطارخ)	١	أوقية	٨٥
جبن شـــــدر	١	أوقية	٣٠
جبن كوتـــاج	١/٤	كـــوب	٩
جبن قشـــــدى	١	أوقية	٣٥
زبــــــد	١	ملعقة شاى صغيرة	١٢
مرجرين (نباتى ١٠٠ ٪	١	ملعقة صغيرة	صفر
مرجرين (١/٤ نباتى + ٣/٤ حيوانى)	١	ملعقة صغيرة	٣
شحم خنزير أو اى دهن حيوانى	١	ملعقة صغيرة	٥

باعتبار : ١ ملعقة كبيرة = ٣ ملعقة شاى صغيرة

١ كوب = ١٦ ملعقة كبيرة ١ كوارت = ٤ كوب

١ ملعقة شاى صغيرة من أى مسحوق = ٥ جرام تقريبا

١ كوارت = ٣٢ أوقية سائلة

١ أوقيـــة = ٣٠ جـــرام تقريبـــــا (٢٨ر٣٥ جـــم)

١ كيلو جرام = ٢ر٢ لبرا

١ كيلو جرام = ١٠٠٠ جـــرام ١ لبرا = ٤٥٤ جـــرام

١ جرام = ١٠٠٠ ملليجرام ١ ملليجرام = ١٠٠٠ ميكروجرام

كما تعتبر نسبة الدهـــون عديدة الروابط غير المشبعة الى المشبعة P : S مرتفعة ، اى تتجـــاوز ٢١/٢ ، فى اللوز والمرجرين الطرى وعين الجمـــل والمايونيز المصـــنوع من زيـــوت هذه المجمـــوعة وزيوت كل من الذرة وبذرة القطن وبزر الكتان والقرطم (العصفر) والسمسم وفول الصويا وعبـــاد الشمس . وتكون النسبة متوسطة مائلة للارتفاع ، اى حـــوالى ٢ ، فى صدر وجـــلد وفخـــذ الدجاج وسمك الميـــاه العذبة

وزيت الفول السودانى والمرجرين النصف صلب . والنسبة متوسطة ، أى حوالى واحد ، فى القلب البقرى والكبد البقرى وقلب الدجاج والزيوت النباتية المهدرجة وزبد الكاكاو والبكان وأسماك المياه المالحة والمرجرين الصلبة . أما النسبة المنخفضة ، التى تتراوح بين العشر والنصف ، فتوجد فى كبد الدواجن وشحم الخنزير وزيت الزيتون وزيت النخيل ولحم الخنزير . والنسبة البالغة الانخفاض ، أى تقل عن العشر ، فتوجد فى اللحم البقرى الدسم وغير الدسم والزبد وزيت جوز الهند وصفار البيض واللبن والمنتجات اللبنية ولحم الضأن الدسم وغير الدسم .

هذه الافاضة فى مجال الدهنيات والكوليستيرول قصدت بها القاء الضوء من ناحية التغذية على محتويات هذا الجزء من كتاب الصناعات الغذائية وهو الجزء الذى خصصته لدراسة الزيوت والدهون من الناحية التكنولوجية ، فهذه لهما أثرها المؤكد فى صحة جسم الانسان بتأثير ما تحتويه من دهنيات وكوليستيرول . أما عن الناحية الاقتصادية لهذه المواد الغذائية فيكفى أن نعلم أن انتاجنا المحلى من الاطعمة لا يفى باحتياجات الشعب مما دعا الى استيراد ما قيمته ١٥٠ مليون دولارا عام ١٩٦٠ ، ١٨٤ مليونا عام ١٩٧٠ ، ٩ر١ مليارا عام ١٩٨٠ ، ٣ر٢ مليارا عامى ٨١ ، ١٩٨٢ ، وكانت الزيوت تمثل ٣١٤ ألف طن من بين الاطعمة عام ١٩٨٢ .

أسأل الله أن يكون هذا المؤلف ذا نفع للمواطنين . والله الموفق ؟

المؤلف

أستاذ دكتور **محمد ممتاز الجندى**



دكتور محمد ممتاز الجندى

أستاذ الصناعات الغذائية ـ جامعة القاهرة

الفصل الأول

الزيوت والدهون الغذائية

الزيوت والدهون الغذائية

توجد الزيوت والدهون غالباً فى بذور النبات وثمارها ، كما توجد بقلة فى الجذور والسيقان والأوراق . ويتفاوت توزيع الزيت أو الدهن فى أجزاء النبات بل وفى أجزاء الثمرة أو الحبة . ففى حبوب القمح والذرة مثلا تتركز الكمية الرئيسية من الزيت فى أجنة الحبوب . وتعتبر بعض سلالات البكتريا والخمائر والفطريات مصدراً للدهن غير أن هذا المصدر لم يستغل إقتصادياً للآن ، إذ يعوزه البحث العلمى ليحقق صلاحيته للانتاج الصحى الذى تتحقق معه الفوائد الإقتصادية من التصنيع . ولا يخفى أن بعض هذه الأحياء الدقيقة مرضية تستوجب اتخاذ احتياطات عدة إذا أريد استعمالها كمصدر للدهن الغذائى .

هذه الزيوت والدهون النباتية ، وكذلك الموجودة فى جسم الحيوان ، عبارة عن إسترات الجليسرول مع الأحماض الدهنية . وهذا التركيب يميزها عن الشموع الحيوانية فهى ليست جليسريدات بل خاليط إسترات لكحولات أغلبها أحادى مع كميات متفاوتة من الكحولات الحرة والإيدروكربونات . كما أن هذا التركيب هو الأساس المتخذ حالياً فى تمييز الدهون عن الشموع ، وإن كانت بعض الأسماء الدارجة التى ما زالت تستعمل حالياً فى التجارة لا تتمشى مع هذا الأساس للتمييز بسبب إطلاق هذه الأسماء قبل التعرف على حقيقة تركيب المادة . مثال ذلك الشمع اليابانى Japan wax وشمع الريحان myrtle wax المعروفين تجارياً هما حقيقة دهون من الناحية العلمية . وتميز الزيوت عن الدهون بمظهرها على درجة الحرارة العادية، إذ تكون الأولى سائلة بينما تبدو الثانية صلبة . وأحياناً يطلق على المادة نفس الإسم الذى يطلق عليها فى موطن إنتاجها .

تتكون الزيوت والدهون فى النباتات من الكربوايدرات التى يكونها النبات فى عملية التمثيل الضوئى من الماء وثانى أكسيد الكربون الجوى . ويبدو أن الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة تتكون من الكربوايدرات أولا ثم تتحد الأحماض المشبعة مع الجليسرين مكونة إسترات . ويبدو أن هناك تحول من الحالة المشبعة الى غير المشبعة قرب نهاية فترة النضج .

أما فى الحيوان فيوجد الدهن مترسباً فى النسيج الدهنى تحت الجلد مباشرة وفى تجويف البطن والكبد والأنسجة العضلية . وتوجد بعض الدهون ذات الأهمية الخاصة فى الصناعة فى عظام قصبة الرجل والقدم فى الماشية . وهذا الدهن الحيوانى يتكون عادة من دهون الطعام المهضـــوم أو من كربوايدراته أو من بروتيناته . والمعروف للآن أن الأحماض الدهنية الثلاثة اللينوليك واللينولنك والأراشيدونك لا تتكون داخل جسم الإنسان أو الحيوان بل يلزم إمداد الجسم بها فى الطعام .

هضم وامتصاص وتحولات الدهون :

تتعرض دهون الغذاء لفعل الإنزيمات وأملاح الصفراء . ففى الفم لا يطرأ أى تغير على الدهون ، وفى المعدة تحول الحموضة الزائدة دون هضم الدهون بفعل الإنزيمات ، وفى الأمعاء الدقيقة تتحلل الدهون مائياً تحت تأثير أملاح الصفراء وإنزيم الإستيابسين الذى يفرزه البنكرياس . فالإنزيمات تؤدى فعل عامل الملامسة فى تحلل الدهن إلى مكوناته الأصلية بينما أملاح الصفراء تقوم بوظيفة الاستحلاب الدهن emulsification كما أنها تكون مع الأحماض الدهنية التى تنفرد بتحلل الدهن مركبات قابلة للذوبان يمكنها أن تمتص خلال جدران خلايا الأمعاء الدقيقة . وفى داخل هذه الخلايا تتحلل هذه المركبات ثانية منتجة أحماضاً دهنية وجليسرول اللذين يتحدان ببعضهما ثانية لتكوين الدهن الذى يأخذ طريقه فى الجهاز الليمفاوى . أما أملاح الصفراء فتعود إلى الأمعاء الدقيقة لتواصل عملها . وبهذه الطريقة يمتص حوالى تسعين فى المائة من دهن الطعام فى جسم الإنسان أو الحيوان. وهذا يعنى أن أملاح الصفراء تقوم بوظيفة هامة فى حياة الإنسان والحيوان ، على الأخص فى امتصاص الدهن ، ويؤكد حيويتها انخفاض نسبة الدهن الممتص فى الجسم إلى حد يتراوح بين صفر وثلاثين فى المائة فقط عندما تعجز أملاح الصفراء عن الوصول إلى الأمعاء الدقيقة فى الحالة المرضية المعروفة باسم اليرقان أو الرهقان أو الصفر التى يحدث أثناءها أن يفقد حوالى ستون إلى تسعين فى المائة من دهن الطعام فى البراز . وهناك أدلة توحى إلى الإعتقاد بأن جزءاً كبيراً من دهن الطعام يمتص فى الجسم دون أن يتحلل أنزيميا إلى مكوناته الأصلية إذ يمر بحالته الطبيعية فى صورة مستحلب خلال جدر خلايا الأمعاء الدقيقة .

يحمل مصل الدم حوالى ستين فى المائة من المادة الدهنية الممتصة إلى الدم بينما ينتقل الجزء المتبقى من المواد الدهنية عن طريق الأوعية اللمفية إلى الكبد حيث يعاد بناء الدهن المهضوم . وفى الكبد أيضاً تتكون الدهون من الكربوإيدرات ومن البروتينات . وعند اللزوم ينتقل الدهن من الكبد إلى أجزاء الجسم المختلفة بواسطة الدم ، فالكبد هو الذى يمد النسيج الدهنى تحت الجلد بالدهون الحديثة التكوين . وهذا يعنى أن هناك تبادل دائم بين دهن الكبد والدهن المترسب تحت الجلد .

هذه الدهون الممتصة والمتكونة فى الجسم تؤدى ثلاث وظائف فهى الغذاء المخزن لوقت الحاجة فى النسيج الدهنى ، وهى تتحد مع البروتينات فى تكوين بروتوبلازم وجدران الخلايا ، وهى تتأكسد إلى ماء وثانى أكسيد كربون منتجة الطاقة اللازمة لحفظ درجة حرارة الجسم وقيام العضلات بالمجهود . وتتفوق الدهون على الكربوإيدرات والبروتينات من وجهة كمية الطاقة الناتجة من وحدة الوزن .

وتتلخص تحولات الدهن فى جسم الإنسان أو الحيوان ، تبعاً لنظرية Knoop ، فى حدوث الأكسدة عند ذرة الكربون فى الوضع بيتا حيث ينكسر المركب معطياً مركبين ، وباستمرار ذلك يتكون حمض البيوتريك الذى قد يتأكسد إلى حمض أسيتو أسيتيك . أما الجليسرول المنفرد من تحلل الدهون فقد يتحول إلى سكر جلوكوز بعد تحوله إلى فوسفو جليسرول وفوسفات تريوز يدخلان فى دورة تحولات الكربوإيدرات . ويؤثر الإنزيم المساعد « A » فى تحولات الدهن . أما الناتج النهائى لتحللات الدهن فهو الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون .

تتكون الأحماض الدهنية داخل جسم الإنسان أو الحيوان . وتشير الأبحاث المستخدم فيها النظائر المشعة إلى أن هذه الأحماض تتكون من مركب ثنائى الكربون قد يكون هو الأسيتيل — إنزيم مساعد acetyl coenzyme A . وقد أمكن عزل حمض المالونيك ضمن الناتجات الوسطية لتكوين الدهن داخل الجسم مما يدعو للاعتقاد أن عمليات تكون الدهون فى الجسم ليست مجرد تفاعلات عكسية لعمليات تحلل وتحول الدهون داخل الجسم .

الإنتاج العالمي من الزيوت والدهون :

يمكن أن يذكر أن الإنتاج العالمي من الزيوت والدهون المختلفة ، عام ١٩٤٨ على سبيل المثال ، مقدراً بالألف رطل ، يقرب مما يلي :

الصنف	المقدار	الصنف	المقدار
زيت سمسم	٦٩٧٠٠٠	زيت جوز هند	١٢٠٠٠٠٠
زيت بذرة قطن	١٥٤٧٠٠٠	زيت نواة بلح	٣٦٠٠٠٠
زيت فول سوداني	١٩١٥٠٠٠	زيت بلح	٦١٠٠٠٠
زيت فول صويا	١٧١٢٠٠٠	زيت Babassu	٤٨٠٠٠
زيت عباد شمس	٩٦٥٠٠٠	إجمالي زيت النخيل	٢٢١٨٠٠٠
زيت زيتون	٥٦٠٠٠٠		
إجمالي الزيوت النباتية	٧٣٩٦٠٠٠		
		زبد	٢٩٠٠٠٠٠
		شحم خنزير	٢٦٧٠٠٠٠
زيت بذر كتان	١٢٥٢٠٠٠	شحم بقري	١٨٨٠٠٠٠
زيت خروع	٢٣٠٠٠٠	إجمالي الدهن الحيواني	٧٤٥٠٠٠٠
زيت شلجم	١٦٢٩٠٠٠		
زيت بذور شجرة الويتيسكا	٢٠٠٠٠		
زيت التانغ	١٤٥٠٠٠	زيت سمك	٢٠٩٠٠٠
زيت بذرة Perilla	١٠٠٠٠	زيت القيطس whale	٣٩٧٠٠٠
إجمالي الزيوت الصناعية	٣٢٨٦٠٠٠	إجمالي زيت الحيوانات البحرية	٦٠٦٠٠٠

وبالرغم من ضخامة الإنتاج العالمي الموضح آنفا ، إلا أن العالم ما زال يعاني من النقص الشديد في موارد الزيوت والدهون ، لذلك ما يزال الزيت حتى وقتنا الحاضر أغلى المواد الغذائية ثمناً ، وربما كان هذا أيضاً ما دفع بعض الدول إلى استخراج الزيت من بعض الحيوانات البحرية ليستعمل في التغذية أو في صناعة منتجات أخرى.

والنوع السائد من الزيوت الغذائية فى الجمهورية العربية المتحدة فى وقتنا الحاضر هو زيت بذرة القطن . إلا أن المصانع المحلية تنتج قليلا من زيت السمسم وزيت بذر الكتان وزيت القرطم وزيت الخس . وتقدر كمية بذرة القطن التى تعصر سنوياً بحوالى ٥٦٠٠٠٠ أردباً ينتج منها حوالى ٩٧٠٠٠ طنا من الزيت المكرر . وهذه الكمية من الزيت المصنعة محلياً ، بالإضافة إلى حوالى ١٦٠٠ طن من الزيوت تستخرج من الحبوب الزيتية ، لا تفى باحتياجات الجمهور مما يضطر الدولة إلى استيراد ٣٠٠٠٠ طن من الزيوت وحوالى ٤٣٠٠٠ طن من الشحوم . وإزاء هذه الظروف اضطرت الدولة إلى الإستيلاء على بذرة القطن ومنتجات عصرها ، لتوازن بين كميات الزيت المنتجة والمستوردة واللازمة لسد احتياجات الجمهور ، وهذه الكمية الأخيرة تقدر بحوالى ٧٫٤٩ كيلوجراما لكل فرد من أفراد الشعب .

وقد لوحظ أن صناعة الزيوت فى الجمهورية العربية المتحدة لم تساير التطورات الحديثة فى التصنيع خلال الأعوام العشرة التى انقضت بعد عام ١٩٤٢ بسبب عدم توفر عنصر المنافسة ولاطمئنان أصحاب المصانع إلى توزيع جميع إنتاجهم مهما بلغت كميته . لهذا كان لزاماً فى سنى التطور الأخيرة أن تتضمن الخطة الصناعية توسيع وتحسين معاصر الزيوت القائمة ، وكذلك التوسع فى إنشاء مصانع جديدة . وقد تضمنت الخطة إقامة خمسة عشر مصنعاً لاستخلاص الزيت بطريقة المذيبات ، وهى أحدث طرق استخراج الزيت ، وتبلغ طاقة كل من هذه الوحدات نصف مليون أردب من بذرة القطن . وتتضمن الخطة أيضاً اتباع الطريقة المستمرة فى تكرير الزيت والعناية بتخزين بذرة القطن . ويعتقد أن هذه الخطة سوف توفر للدولة ما يقرب من ثلاثة أو أربعة ملايين من الجنيهات سنوياً كانت تضيع هباء بضياع نسبة من الزيت فى الكسب تقدر بحوالى سبعة فى المائة . وستعنى الدولة أيضاً بالتوسع فى زراعة الفول السودانى الذى تحتوى حبوبه على ٤٥ إلى ٥٠ فى المائة من الزيت ، والسمسم الذى تصل نسبة الزيت به الى ٥٦ فى المائة ، والخروع الذى يحتوى على ٣٠ إلى ٣٥ فى المائة زيتاً . وزيت الخروع يستعمل فى الأغراض الطبية وفى الصناعة . ومن الزيوت الغذائية المعروفة جيداً محلياً زيت الزيتون ، ولذا فهناك نية الإتجاه للتوسع فى إنتاجه .

مكونات الدهون :

تتبع الدهون الليبيدات ، وهذه تضم مواداً أخرى شبيهة للدهون من وجهة إحتوائها على شقوق الأحماض الدهنية . لذلك يتبع الليبيدات أيضاً بعض المركبات المعقدة كالليسيثين والكيفالين . وتقسم الليبيدات تبعاً لرأى Bloor إلى ليبيدات بسيطة وليبيدات مركبة وليبيدات مشتقة ، كما تقسم الليبيـــدات المركبة إلى فوسفوليبيدات وجليكوليبيدات وأمينوليبيداته . ومن أمثلة الفوسفوليبيدات ، التى تسمى أحياناً فوسفاتيدات ، الليسيثين والكيفالين والإسفنجوميلين ، أما الجليكوليبيدات فيمثلها cerebrosides ، وأما الأمينوليبيدات فيمثلها السلفوليبيدات وغيرها . وتشتمل الليبيدات البسيطة على كل من الدهون والشموع .

تعتبر الليسيثينات جليسريدات استبدل الحامض الدهنى فى أحد الوضعين ألفا بشق فوسفوريل كولين . وتختلف الكيفالينات عن الليسيثينات باحتوائها على الإيثانول أمين بدلا من الكولين ، ويعرف من الكيفالينات الآن ثلاث مركبات مختلفة هى المركب العادى والآخر المحتوى على فوسفاتيديل سيرين phosphatidyl serine والثالث المحتوى على ثنائى فوسفو إينوزيتيد diphosphoinositide . ويتبع الاسفنجوليبيدات المركب اسفنجوميلين sphingomyelin الذى يحتوى على قاعدة اسفنجوزين وأحماض دهنية وحمض فوسفوريك وكولين ، لكنه خال من الجليسرول . وتحتوى السربروزيدات cerebrosides على هكسوز واسفنجوزين وحمض دهنى و dihydrosphingosine ، لكنها خالية من الفوسفور .

ك يد٢ ا ك ا ر

|

ك يد ا ك ا ر

|

ك يد٢ ا — فو (ا ، =ا) — ا ك يد٢ ك يد٢ ن⁺ (ك يد٣)٣

« ليسيثين »

ك يد٢ ا ك ا س

|

ك يد ا ك ا س

ا يد

ك يد٢ ا — فو — ا ك يد٢ ك يد٢ ن يد٢

« كيفالين »

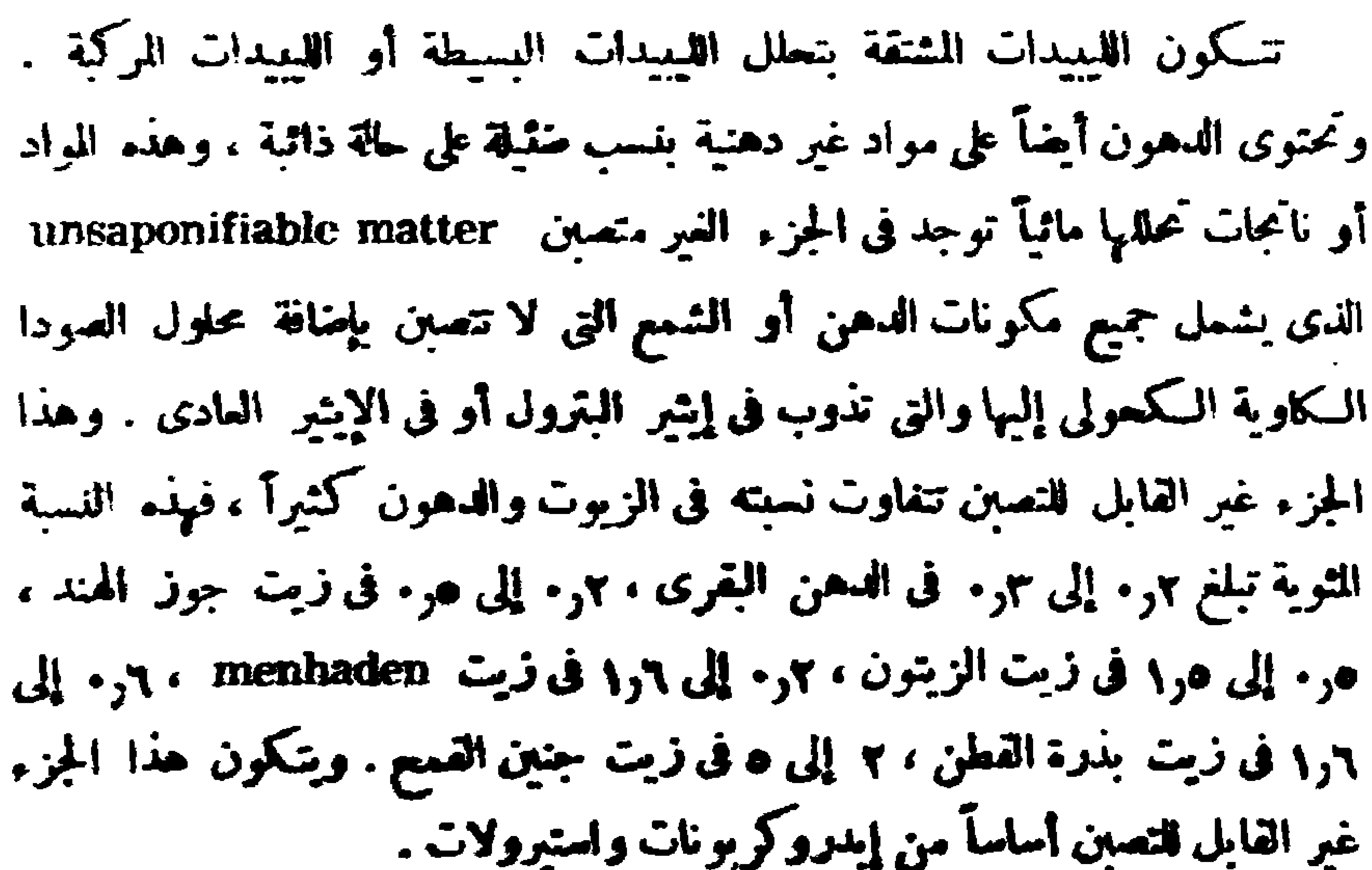
ك يد٣ (ك يد٢)١٢ — ك يد

ك يد — ك يد ك يد ك يد٢ ا فو — ا ك يد٢ ك يد٢ ن (ك يد٣)٣

ا يد ن يد

« اسفنجوميلين »

ك يد٣ (ك يد٢)١٦ ك ا



تتكون الليبيدات المشتقة بتحلل الليبيدات البسيطة أو الليبيدات المركبة . وتحتوى الدهون أيضاً على مواد غير دهنية بنسب ضئيلة على حالة ذائبة ، وهذه المواد أو ناتجات تحللها مائياً توجد فى الجزء الغير متصبن unsaponifiable matter الذى يشمل جميع مكونات الدهن أو الشمع التى لا تتصبن بإضافة محلول الصودا الكاوية الكحولى إليها والتى تذوب فى إيثير البترول أو فى الإيثير العادى . وهذا الجزء غير القابل للتصبن تتفاوت نسبته فى الزيوت والدهون كثيراً ، فهذه النسبة المئوية تبلغ ٠٫٢ إلى ٠٫٣ فى الدهن البقرى ، ٠٫٢ إلى ٠٫٥ فى زيت جوز الهند ، ٠٫٥ إلى ١٫٥ فى زيت الزيتون ، ٠٫٢ إلى ١٫٦ فى زيت menhaden ، ٠٫٦ إلى ١٫٦ فى زيت بذرة القطن ، ٢ إلى ٥ فى زيت جنين القمح . ويتكون هذا الجزء غير القابل للتصبن أساساً من إيدروكربونات واستيرولات .

وتنحصر مكونات الدهون فيما يلى :

١ — الأحماض الدهنية :

تحتوى جليسريدات الدهون الطبيعية على أحماض دهنية ، بعضها مشبع وبعضها غير مشبع ، وجميعها ذات عدد زوجي من ذرات الكربون ، كما أن جميعها أحادية الكربوكسيل مستقيمة السلسلة . والحالات التى تشذ عن هذه القواعد هى حمض الفاليريك الشابه isovaleric acid ذو السلسلة المتشعبة ذات العدد الفردى من ذرات الكربون والذى يوجد فى الدهن dolphim and porpoise fat . وتوجد أحماض دهنية متشعبة السلسلة فى شمع الصوف wool wax وفى ليبيدات بعض أنواع البكتريا من جنس bacilli وبنسبة ضئيلة فى بعض الدهون الأخرى خصوصاً دهون الحيوانات المجترة . وتحتوى بعض الدهون النباتية على أحماض دهنية محتوية على حلقة بنتين cyclopentene مثل أحماض الهيدنوكاربيك hydnocarpic والشولموجريك chaulmoogric والجورليك gorlic . وهذه الأحماض الأخيرة تحتوى على ذرة كربون غير متناظرة فهى تحول الضوء المستقطب إلى اليمين ، ولها أهمية حيوية فى الحياة إذ تستعمل فى علاج حالة leprosy . وتحتوى دهون الغنم والزبد والثيران على نسبة ملموسة من الأحماض الدهنية المستقيمة السلسلة ذات العدد الفردى من ذرات الكربون قد تصل إلى إثنين فى المائة من وزن الدهن .

وقد تحققت استقامة سلسلة الأحماض الدهنية المشبعة بمقارنة تركيب هذه الأحماض الموجودة طبيعياً فى الدهن بتركيب الأحماض الدهنية المحضرة معملياً من أحماض دهنية أصغر وزناً بتحويل هذه إلى كحولات ويوديدات وسيانيدات وتحلل الأخيرة إلى أحماض تحتوى على ذرة كربون مضافة . وقد تستعمل طريقة Kolbe anodic hydrocarbon synthesis فى تحضير الأحماض الدهنية المشبعة وذات الرابطة الإيثيلينية أو الأسيتيلينية وذات مجموعتى الإيدروكسيل .

يطلق على الأحماض الدهنية الشهيرة أسماء قديمة عرفت بها على مر السنين ، مثل أحماض البيوتريك والكابرويك والكابريك ، أما طبقاً لنظام التسمية المتفق عليه فى جنيف بسويسرا فإسم الحامض الدهنى يشتق من اسم المركب الإيدروكربونى المقابل له باستبدال الحرف e فى نهاية الإسم بالمقطع oic . مثال ذلك حامض

الأوكتاديكانويك octadecanoic acid أشتق إسمه من الأوكتاديكان octadecane ، وحامض الأوكتادسينويك octadecenoic يقابله الأوكتاديسين octadecene وحامض الأوكتاديسينويك octadecynoic أشتق إسمه من الإيدروكربون octadecyne . ويحدد عدد ذرات الكربون فى جزىء الحمض الدهنى بالألفاظ اليونانية التى تأتى كمقطع فى بداية الإسم . أما اللفظ « عادى » المعبر عنه بالرمز n فقد اتفق على استبعاده نهائياً من إسم الحمض الدهنى إستناداً إلى الحقيقة المعروفة وهى أن جميع الأحماض الدهنية المعروفة فى الطبيعة تكون عادية أى أن سلسلة الجزىء غير متشعبة .

وترقم ذرات الكربون فى جزىء الحمض الدهنى حسب ترتيب وضع كل منها باعتبار ذرة الكربون فى مجموعة الكربوكسيل هى ذات الرقم واحد . وقد ترقم ذرات الكربون بالحروف اليونانية باعتبار ذرة الكربون التالية لمجموعة الكربوكسيل مباشرة هى ذات الوضع ألفا (α) والذرة الأخيرة تأخذ الرمز أوميجا (ω) دون تقيد بطول سلسلة الجزىء . وفى حالة احتواء جزىء الحمض الدهنى على مجموعات أدخلت إليه بطريق الإحلال محل بعض ذراته يضاف المقطع الدال عليها مع الرقم الدال على وضعها فى بداية إسم الحامض الدهنى prefix .

ويرمز للروابط الزوجية فى جزىء الحمض الدهنى بالرمز ($\triangle$) ومعه العدد الدال على وضعها ، أو يكتفى بذكر الرقم الأصغر الدال على ذرة الكربون المجاورة للرابطة غير المشبعة ، فالحامض cis-9-octadecenoic acid هو المعروف باسم حامض الأوليك oleic acid ، والحامض trans-9-octadecenoic acid هو المعروف باسم حامض الإليديك elaidic acid والحامض 9, 12-octadeca_dienoic acid هو حامض اللينوليك linoleic acid ، والحامض 12-hydroxy-9-octadecenoic acid هو حامض الريسينوليك ricinoleic acid .

تتميز الأحماض الدهنية غير المشبعة بعدم تناظر جزيئاتها واحتوائها على رابطة مزدوجة واحدة أو أكثر ، لذا فهى تعطى الوضعين معاً المعروفين باسم المجاور cis والمقابل trans . فحامض الأوليك الذى يوجد فى الطبيعة هو عبارة عن حامض الأوكتاديسينويك ذى الوضع المجاور ، بينما الوضع المقابل فى هذا المركب والذى

يعرف حينئذ باسم حامض الإليديك يتحصل عليه بالتشابه الضوئى isomerization للحامض ذى الوضع المجاور فى وجود الـكبريت أو السيلينيوم أو أ كاسيد النتروجين. ومعنى ذلك أن الحامض الدهنى الذى يحتوى على رابطتين زوجيتين ، مثل حامض اللينوليك ، قد يكون الجزىء منه ذا وضع cis-cis أو cis-trans أو trans-cis أو trans-trans . فالمشابه الضوئى من حمض اللينوليك المستخرج من مصادر نباتية به الوضع cis-cis ، ومعاملته بالبروم تحوله إلى حمض استياريك رباعى البروم الذى يتصف جزء منه بالصلابة وجزء بالسيولة . وهذا المركب الأخير عند نزع البروم من جزئه الصلب بواسطة الزنك يتكون حامض ألفا لينوليك بينما انتزاع البروم من الجزء السائل يعطى حمض بيتا لينوليك .

عموما يمكن أن يقال أن جميع الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة طبيعياً ذات وضع مجاور ، فيما عدا الأحماض الدهنية ذات الروابط المزدوجة المتبادلة conjugated double bonds ، وباستثناء حامض الفا كسنيك vaccenic acid الذى لا تتبادل فيه الروابط المزدوجة والذى يوجد بنسب ضئيلة فى بعض الدهون الحيوانية . ومن الأحماض الدهنية الطبيعية المحتوية على الوضع trans-trans-cis حامض ألفا أليوستياريك α-Eleostearic acid الموجود فى زيت tung oil والحامض بيتا أليوستياريك يحتوى على الوضع trans-trans-trans . وأشهر الأحماض الدهنية المحتوية على رابطة أسيتيلينية والموجودة طبيعياً هو حامض 6-octadecynoic acid المعروف باسم حامض التاريريك tariric acid .

والأحماض الدهنية المشبعة المعروفة فى الطبيعة هى :

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الإنصهار °م	نقطة الغليان °م	درجة غليان الإستر الميثيلى °م	المصادر الطبيعية
٤	بوتانويك Butanoic	بيوتريك	—٧,٩	١٦٢	—	بعض دهون اللبن
٦	هكسانويك	كابرويك	—٣,٢	٢٠٦	١٥	دهون اللبن ، وقليل فى دهون بذور Palmae
٨	أوكتانويك	كابريليك	١٦,٣	٢٣٩	٤٥	دهون اللبن ، ودهون Palmae
١٠	ديكانويك	كابريك	٣١,٣	٢٦٩	٧٧	دهون اللبن ، دهون بذور Palmae وزيت رأس حوت العنبر
١٢	دوديكانويك Dodecanoic	لوريك	٤٣,٩	١٣٠	١٠٠	دهن اللبن ، دهون بذور الأرائلة ... و Palmae (زيت جوز الهند ٥٠٪)
١٤	تتراديكانويك	ميرستيك	٥٤,٤	١٤٩	١١٤	دهون بذور Myristicaceae, Irvingia وآثار فى معظم الدهون
١٦	هكساديكانويك	بالمتيك	٦٢,٩	١٦٧	١٣٦	جميع الدهون (زيت النخيل ٤٠٪)
١٨	أوكتاديكانويك	ستياريك	٦٩,٦	١٨٤	١٥٦	منتشر بكثرة
٢٠	أيكوزانويك Eicosanoic	أراشيدياك	٧٥,٤	٢٠٤	--	كميات بسيطة فى دهون بذور العائلة البقولية (دهن Rambutan ٣٥٪)
٢٢	دوكوزانويك	بيهنيك	٨٠,	—	—	كميات بسيطة فى دهون بعض البذور (زيت بذرة Ben ٦٪) شجرة الجرجار (فى الهند) (horseradish tree)

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الانصهار °م	نقطة الغليان °م	درجة غليان لإسترالميثيل °م	المصادر الطبيعية
٢٤	تترا كوزانويك	ليجنوسيرك	٨٤٫٢	—	—	كميات بسيطة فى دهون بذور متعددة (زيت الفول السودانى ١٪)
٢٦	هكسا كوزانويك	سروتيك	٨٧٫٧	—	—	الشموع النباتية ، ونادراً فى الدهون
٢٨	أوكتا كوزانويك	موتانك	٩٠٫٩	—	—	شمع النحل وبعض الشموع الأخرى
٣٠	تراى أكوتانويك Triacontanoic	ميليك	٩٣٫٦	—	—	شمع النحل وبعض الشموع الأخرى

والأحماض الدهنية غير المشبعة المحتوية على رابطة مزدوجة واحدة هى :

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الانصهار °م	نقطة الغليان °م	درجة غليان لإسترالميثيل °م	المصادر الطبيعية
١٠	٩ — دسينويك 9-Decenoic	كابروليك	—	١٤٢ — ٨	١١٥ — ٦	دهون لبن الحيوانات المجترة
١٢	٩ — دودسينويك	—	—	—	—	دهون لبن الحيوانات المجترة
١٤	٩ — ترادسينويك	ميرستوليك	—	—	١٠٨ — ١٠٩	دهون لبن الحيوانات المجترة ، النسيج الدهنى ، زيت القيطس Whale ، Kombo (٢٣٪)
١٦	٩ — هكسادسينويك	بالميتوليك	— $\frac{1}{2}$ إلى $\frac{1}{2}$	—	١٣٤ — ٥	جميع الدهون بنسبة قليلة (زيت السمك ١٥ — ٢٠٪)
١٨	٦ — أوكتادسينويك	بتروزلينيك	٣٠ — ٣٣	٢٠٨ — ٢١٠	—	الأراليات Araliacae والعائلة الخيمية (زيت بذور البقدونس ٧٥٪)

١٨	٩ — أوكتاديزويك	أوليك	١٦٫٣	١٥٣	١٥٢٫٥	أكثر الأحماض الدهنية إنتشاراً (زيت اللوز ٧٧٪ ، زيت الزيتون ٧٥٪)
١٨	١١ — أوكتاديزيك	فاكسينيك	٣٩٫٥ قابل	—	—	نسبة ضئيلة فى بعض دهون جسم الحيوان ودهون اللبن .
٢٠	٩ — أيكوزينويك 9-Eicosenoic	جادوليك	٢٣٫٥	—	—	زيوت الاسماك
٢٠	١١ — أيكوزينويك	جونودويك	—	—	—	زيوت الأسماك
٢٢	١١ — دوكوزينويك	سيتوليك	—	—	—	زيوت الأسماك
٢٢	١٣ — دكوزينويك	أريوسيك	٣٣٫٥	٢٤١ - ٣	١٦٩ — ١٧٠	زيوت عائلة Tropaeolaceae ، [illegible] (زيت الشلجم Rape ٥٠٪)
٢٤	١٥ — تتراكوزينويك	سيلاكوليك	٤٠ - ٤٢٫٥	—	—	سربروزيدات المخ ، سمك "الصد [illegible]" الخيشوم Elasmobranch (كالقراش)
٢٦	١٧ — هكساكوزينويك	زيمنيك	—	—	—	زيت بذور Ximenia
٣٠	٢١ — تراى أكونتنويك 21-Triacontenoic	ليومكويك	—	—	—	دهن بذور Ximenia

والأحماض الدهنية ذات الرابطتين المزدوجتين هى :

١٠	٢ ، ٤ ديكاداى إينويك 2,4-Decadienoic	ستيلنجيك	—	—	—	زيت Stillingia ٥٪

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الإنصهار °م	نقطة الغليان °م	درجة غليان م° الاستر الميثلى	المصادر الطبيعية
١٨	٩ ، ١٢ أوكتاديكاداى إينويك	لينولييك	— ٥	٢٠٢	١٤٩,٥	منتشر بكثرة . (زيت بذر القطن ٤٥٪)
٢٠	١١ ، ١٤ أيكوزا دايئنويك 11,14-Eicosadienoic	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٢	١٣ ، ١٦ دوكوزادايئنويك	—	—	—	—	زيت الشلجم Rape
والأحماض الدهنية ذات الثلاث روابط مزدوجة هى:						
١٦	٦ ، ١٠ ، ١٤ — هكساديكاتراى إينويك	هراجونيك	—	١٨٠ — ١٩٠	—	زيت السردين
١٨	٦ ، ٩ ، ١٢ — أوكتاديكاتراى إينويك	—	—	—	—	بعض دهون بذور عائلة زهرة الربيع Evening-Primrose
١٨	٩ ، ١٢ ، ١٥ — أوكتاديكاتراى إينويك	لينولنك	— ١١	١٥٧ - ١٥٨	١٨٤	كثير من الزيوت الجافة
٢٠	٥ ، ٨ ، ١١ — أيكوزاتراى إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٠	٨ ، ١١ ، ١٤ — أيكوزاتراى إينويك	—	—	—	—	زيت كبد الحوت

٢٢	٧ ، ١٠ ، ١٣ — دوكوزاترای إينويك 7, 10, 13-Do... atrienoic	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ

والأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الأربع روابط مزدوجة فأكثر هي :

١٦	٤ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ — أو ٤ ، ٩ ، ١٢ ، ١٥ — هكساديكاتترا إينويك	—	—	—	—	زيت السردين
١٦	٦ ، ٩ ، ١٢ ، ١٥ — هكساديكاتترا إينويك	—	—	—	—	زيت سمك البلشار Pilchard
١٨	٤ ، ٨ ، ١٢ ، ١٥ — أوكتاديكاتترا إينويك	موروكتيك	—	—	—	زيت سردين
٢٠	٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ — أيكوزاتترا إينويك	أراشيدونيك	٤٩,٥	—	—	فوسفاتيدات المخ والكبد والأدرينال. وقليل في عدد من الدهون الحيوانية
٢٠	٨ ، ١١ ، ١٤ ، ١٧ — أيكوزاتترا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ والكبد
٢٠	٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ ، ١٧ — أيكوزابنتا اينويك	—	—	—	—	ليبيدات المخ

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الإنصهار°م	نقطة الغليان°م	درجة غليان م° الاسترالميثيل	المصادر الطبيعية
٢٢	٤ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ — دوكوزاتترا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٢	٤ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٦ — دوكوزاتترا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات الأعضاء
٢٢	٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٦ — دوكوزاتترا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٢	٤ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٦ — دوكوزابنتا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٢	٧ ، ١٠ ١٣ ، ١٦ ، ١٩ — دوَرزابنتا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٢	مخلوط دوكوزابنتا إينويك ودكوزاهكسا إينويك	كلوبانودونك	—	—	١٦٠ — ١٧٥	زيت السردين
٢٢	٤ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٦ ، ١٩ — دوكوزاهكسا إينويك	—	—	—	—	فوسفاتيدات المخ
٢٤	٤ ، ٨ ، ١٢ ، ١٥ ، ١٨ ، ٢١ — تتراكوزاهكسا إينويك	نيزينك	—	—	—	زيت السردين

والأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الروابط المزدوجة المتبادلة هى (باعتبار ج ترمز للوضع المجاور ، ق ترمز للوضع المقابل) :

١٨	ج ٩ ، ق ١١ ، ق ١٣ — أوكتاديكاترای إينويك	(ألفا) اليوسترياريك	٤٩	٢٣٥	—	زيوت عائلتى الوردية ، الفربيونيات Euphorbiaceae
١٨	ج ٩ ، ق ١١ ، ج ١٣ — أوكتاديكاترای إينويك	(ألفا) بيونيسيك	٤٤	—	—	زيوت بذور الرمان Pomegranate
١٨	١٨ — إيدروكسى ، ج ٩ ، ق ١١ ، ق ١٣ — أوكتا— ديكاترای إينويك	(ألفا) كاملولينك	٧٧—٧٨	—	—	زيوت عائلة Euphorbiaceae الفربيونيات
١٨	٤ — كيتو ، ج ٩ ، ق ١١ ، ق ١٣ — أوكتاديكاترای إينويك	(ألفا) ليكانيك	٧٥	—	—	زيوت العائلة Rosaceae الوردية
١٨	٩ ، ١١ ، ١٣ ، ١٥ — أوكتاديكاترا إينويك	(ألفا) بارينارك	٨٦	—	—	زيوت عائلتى Rosaceae ، Balsaminaceae المجزاعيات (الشجيرة المجزاعية)

والأحماض الدهنية غير المشبعة ذات المقطع هيدروكسى أو إيوكسى هى :

١٨	١٢ — هيدروكسى — ٩ — أوكتا دسينويك 2-Hydroxy-9-Octadecenoic	ريسينوليك	٥,٥	—	—	زيوت عائلتى الزيتونيات ، الفربيونيات Euphorbiaceae (زيت الخروع ٩١ — ٩٤٪)

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الإنصهار °م	نقطة الغليان °م	درجة غليان الاسترالميثيل °م	المصادر الطبيعية
١٨	٩ — هيدروكسى-١٢-أوكتاديسينويك	—	—	—	—	زيوت Apocynaceae
١٨	١٢،١٣ — إيبوكسى - ٩ — أوكتاديينويك	فرنوليك	—	—	—	زيوت عائلتى المركبة Compositae ، Euphorbiaceae

والأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الرابطة الثلاثية أو ذات الرابطتين الثلاثية والثنائية هى :

عدد ذرات الكربون	الإسم العلمى	الإسم الدارج	نقطة الإنصهار °م	نقطة الغليان °م	درجة غليان الاسترالميثيل °م	المصادر الطبيعية
١٨	٦ — أوكتادساينويك 6-Octadecynoic	تاريرك	٥٠،٥	—	—	زيوت Simarubaceae سيماروبية (شجرة ذات لحاء مر وثمارها [illegible])
١٨	١١ — أوكتادصن — ٩ — إينويك 11-Octadecen-9-ynoic	زيمنينك (سانتاليك)	—	—	—	زيوت Olacaceae ، Santalaceae [illegible]
١٨	١٧ — أوكتادسن — ٩ ، ١١ — دى إينويك 17-Octadecen-9, 11 Dynoic	إزانك أريتروجنيك	—	—	—	زيوت Olacaceae

والأحماض الدهنية ذات السلسلة المتفرعة هي :

٥	٣ — ميثايل بوتانويك	أيزوفاليرك	–٥١	١٧٧	—	دهن الدرفيل	
١٩	١٠ — ميثايل إستياريك	تيوبركيولو ستياريك	١١	—	—	ليبيدات ميكروب السل	
١٦	١١ — (٢ — سيكلوبنتنيل) — هند إيكانويك 11-(2-Cyclop–ntenyl-)-Hende anoic	هيدنوكاربيك	٦٠,٥	—	٢٠٣	دهون بذور	Hydnocarpus
١٨	١٣ — (٢ — سيكلوبنتنيل) — تراي ديكانويك	شولموجريك	٦٨,٥	—	٢٢٧	دهون بذور	Hydnocarpus
١٨	١٣ — (٢ — سيكلوبنتنيل) — ٦ — تراي دسنويك	جورليك	٦	—	٢١٩	دهون بذور	Hydnocarpus

س (ك يد٢)١٠ ك اا يد — هايدنوكاربيك

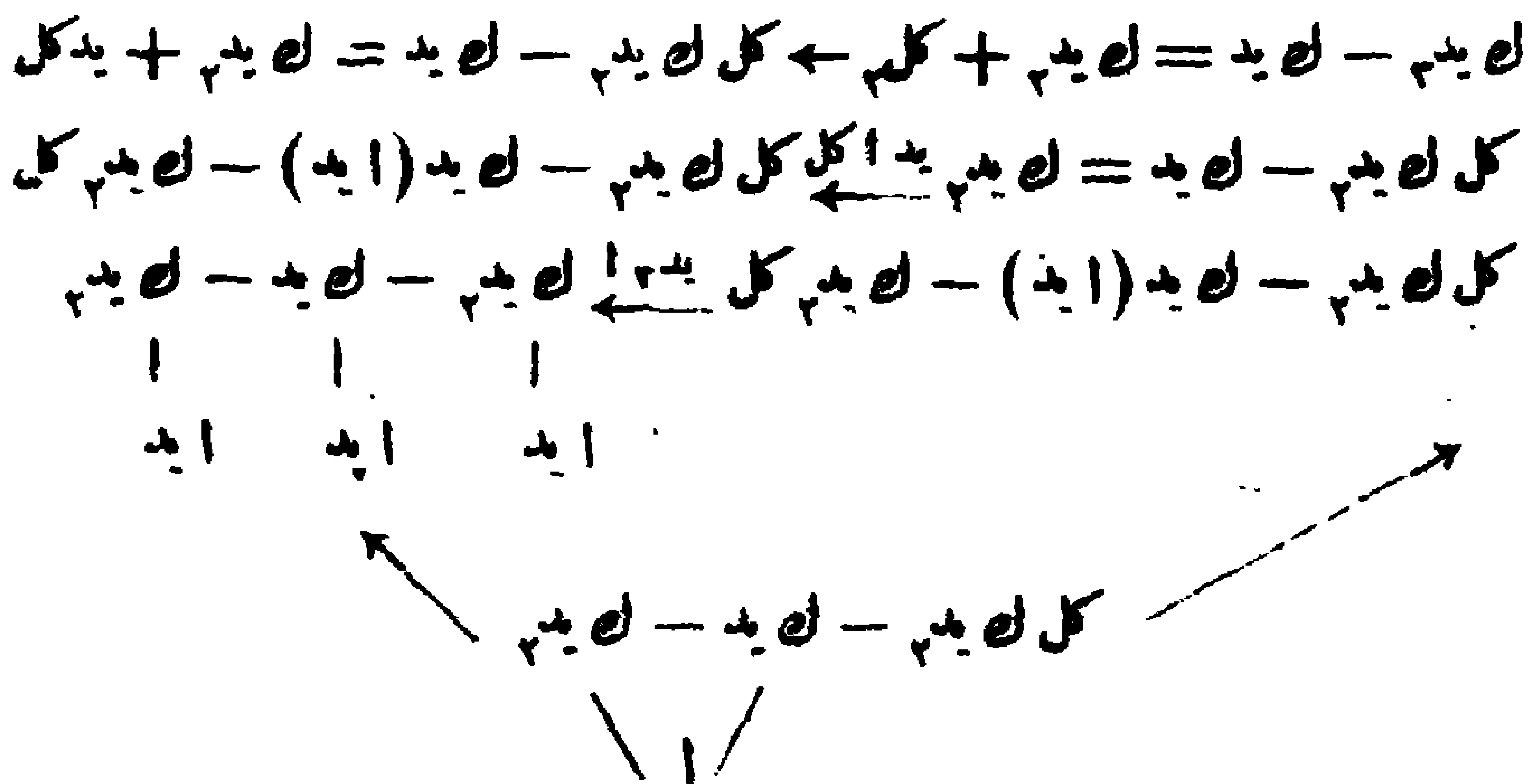
س (ك يد٢)١٢ ك اا يد — شولموجريك

س (ك يد٢)٦ ك يد = ك يد (ك يد٢)٤ ك اا يد — جورليك

س ترمز إلى يد ك = ك يد — ك يد —
|
يد٢ ك — ك يد٢

٢ — الجليسرين :

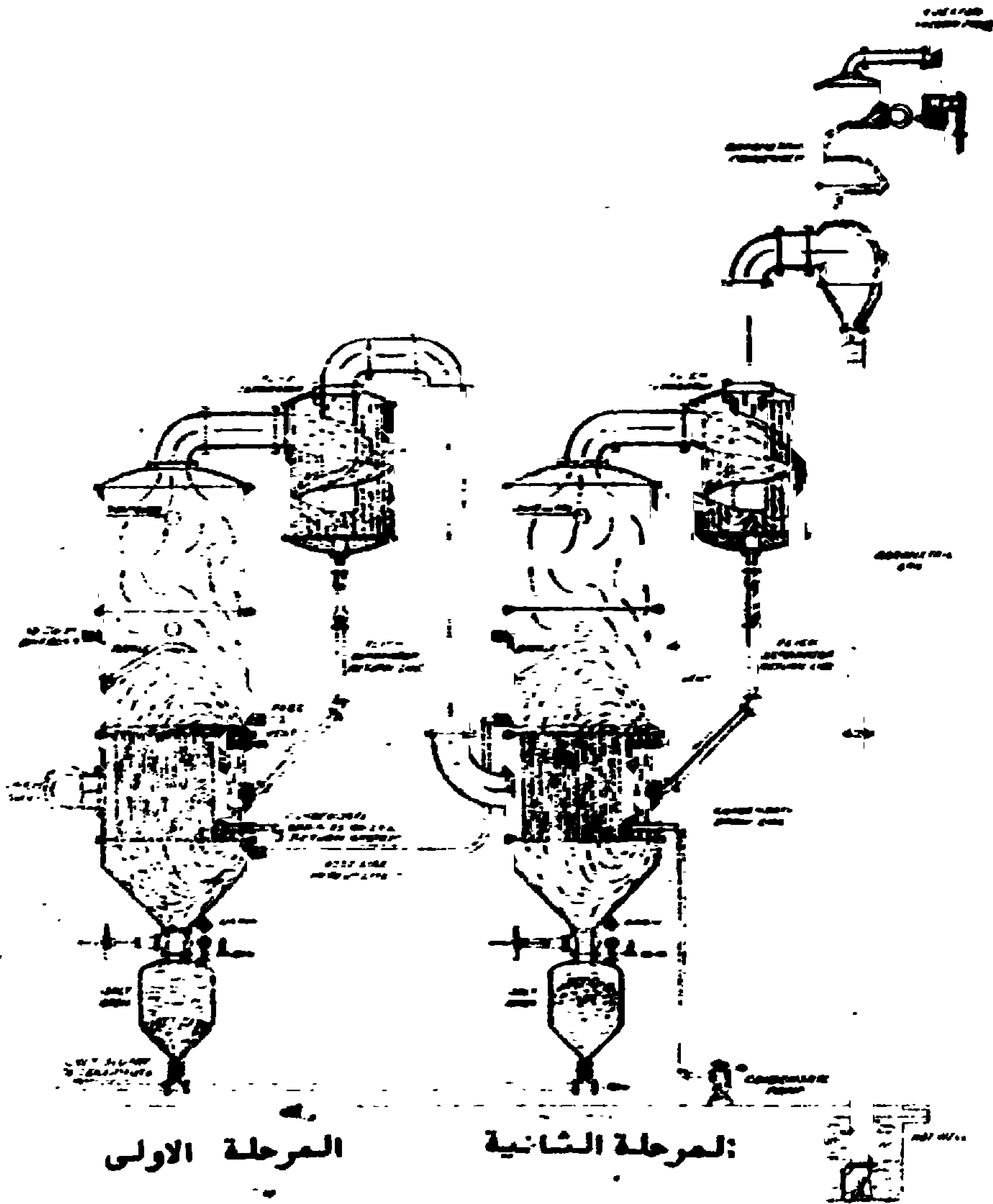
عند تصبن أو تحلل الدهون مائياً ينتج حوالى ١٠ إلى ١٤ فى المائة جليسرول ك يدم ا يد ك يد ا يد ك يدم ا يد . ويعتبر إنتاج الجليسرين كنتائج ثانوى فى صناعة الصابون أحد وسائل إنتاجه تجارياً . وهناك بعض مصانع يقتضى عملها تحليل بعض الدهون فيتخلف فيها كميات من الجليسرين . كذلك يحضر الجليسرين صناعياً بتخمير المحاليل السكرية . ويمكن تحضير الجليسرين الصناعى عملياً بهدرجة السكروز على درجات حرارة وضغط مرتفعين،أو يحضر من البروبيلين بتحويله إلى كلوريد ألليل allyl chloride بإدخال الكلور فى الجزىء على درجة حرارة بالغة الإرتفاع . ويتحول كلوريد الألليل إلى جليسرين بتفاعله مع حامض هيبوكلوروز hypochlorous acid ثم بالتحليل المائى:



وتقدر كمية الجليسرين التجارية فى الوقت الحاضر المحضرة من البروبيلين بحوالى ثلث الإنتاج العالمى . ومن الطرق الأخرى المتبعة فى صناعة الجليسرين حديثاً طريقة يستعمل فيها الأكرولين وفوق أكسيد الإيدروجين .

فى صناعة الصابون بالطريقة الساخنة يسترد الجليسرين من المحلول القلوى lye إذ يعادل المحلول بالأحماض المعدنية ويضاف للمحلول أملاح المعادن الثقيلة مثل كبريتات

الألومنيوم أو كلوريد الحديد لترسيب الأحماض الدهنية فى صورة أملاح غير قابلة للذوبان . يلى ذلك ترشيح المحلول وتركيزه فى قزانات التبخير تحت ضغط منخفض دفعة واحدة أو على مرحلتين أو أكثر . ويقطر هذا الجليسرين الخام بطريقة التقطير بالبخار تحت ضغط منخفض. وينقى الجليسرين المقطر بإضافة الفحم المنشط إليه لقصر لونه . ويبلغ تركيز الجليسرول فى المحلول الناتج حوالى ٩٥ فى المائة والبقية عبارة عن ماء . وتزداد نسبة الشوائب قليلاً ويظهر الجليسرين ملوناً نوعاً فى الدرجات



(شكل ١) جهاز تركيز الجليسرين على مرحلتين

(شكل ٢)

مصنع تقطير الجلسرين بالطريقة المستمرة

المعروفة باسم dynamite-grade أما نسبة الجليسرول في المحلول فتبلغ ٩٧٫٨ في المائة على الأقل . ومن الطريقة الحديثة في تنقية الجليسرين طريقة تبادل الأيونات التي توفر جهد عملية التقطير حيث ينقى الجليسرين الخام المخفف بإمراره خلال خمسة أعمدة بها لدائن صناعية تفصل كلا من أملاح الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وكذلك المواد الملونة والأحماض الدهنية .

٣ — الجليكول ثلاثي الميثيلين :

أثناء تخزين الدهن تتكون به كمية من الجليكول ثلاثي الميثيلين Trimethylene Glycol ك يد٢ ا يد ك يد٢ ك يد٢ ا يد . وتحضر كميات مناسبة من هـذا المركب بتقطير الجليسرين الخام حيث يتجمع هـذا المركب في الشوائب ذات درجة الغليان المنخفضة المعروفة باسم sweet water . ويستعمل هـذا الكحول في صناعات أخرى من بينها صناعة البروبان الحلقي cyclopropane .

٤ — الكحولات أحادية الإيدروكسيل ذات الوزن الجزيئي المرتفع :

يحتوى الجزء غير المتصبن من الدهون ، وكذلك الشموع على كحولات طويلة السلسلة أحادية الإيدروكسيل، بعضها على حالة حرة والبعض الآخر على صورة إسترات أحماض دهنية . ومن بين هذه الكحولات ما يلي :

عدد ذرات الكربون	الكحول	نقطة الإنصهار °م	نقطة الغليان °م	المصادر الطبيعية
١٤	١ — تتراديكانول 1-tetradecanol	٣٩٫٠	—	زيت رأس الدولفين ورأس حوت العنبر
١٦	١ — هكساديكانول (كحول سيتيل cetyl)	٤٩٫٣	٢—١٣٠	زيوت الدولفين ودهن الحوت .
١٨	١ — أوكتاديكانول	٥٩٫٠	١٥٠	زيوت : دهن الحوت رأس حوت العنبر porpoise blubber دهن الدولفين ، شموع dermoid cysts

عدد ذرات الكربون	الكحول	نقطة الإنصهار م°	نقطة الغليان م°	المصادر الطبيعية
٢٠	أيكوزانول eicosanol	٧١,٠	—	شموع dermoid cysts
٢٤	كارناوبيل carnaubyl		—	يظن وجودها في بعض الشموع
٢٦	سيريل ceryl	٧٩,٥	—	» » » »
٢٨	١ — أوكتاكوزانول 1-octacosanol	٨٣,٤	—	» » » »
٣٠	ميريسيل ، مليسيل myricyl, melissyl	٨٦,٥	--	» » » »

ويعتقد أن الكحولات ذات الوزن الجزيئي المرتفع الذي يبدأ من ك$_{٢٩}$ يد$_{٥٩}$ ا يد إلى ك$_{٣٤}$ يد$_{٦١}$ ا يد توجد في الطبيعة في هيئة مخاليط يمكن التحقق منها بفحصها بأشعة أكس ، ولذا فتسميتها يشك في صحتها .

ومن الكحولات غير المشبعة ذات السلسلة المستقيمة أحادية الإيدروكسيل مايلي:

عدد ذرات الكربون	الكحول	نقطة الإنصهار م°	نقطة الغليان م°	المصادر الطبيعية
١٦	جـ — ٩ — هكسادسينول cis-9-hexadecenol	—	١٥٣	بعض الشموع ، زيوت خنزير البحر .
١٨	جـ — ٩ — أوكتادسينول	٢,٠	٢٠٨ — ٢١٠	sperm whale ، حوت العنبر
٢٠	جـ — ٩ — أيكوزينول cis-9-eicosenol	—	—	

٥ — الكحولات ثنائية الإيدروكسيل :

تحتوي بعض زيوت الحيوانات البحرية على بعض كحولات ثنائية الإيدروكسيل توجد في الجزء غير القابل للتصبن في صورة إيثيرات جليسريل . ومن هذه الكحولات :

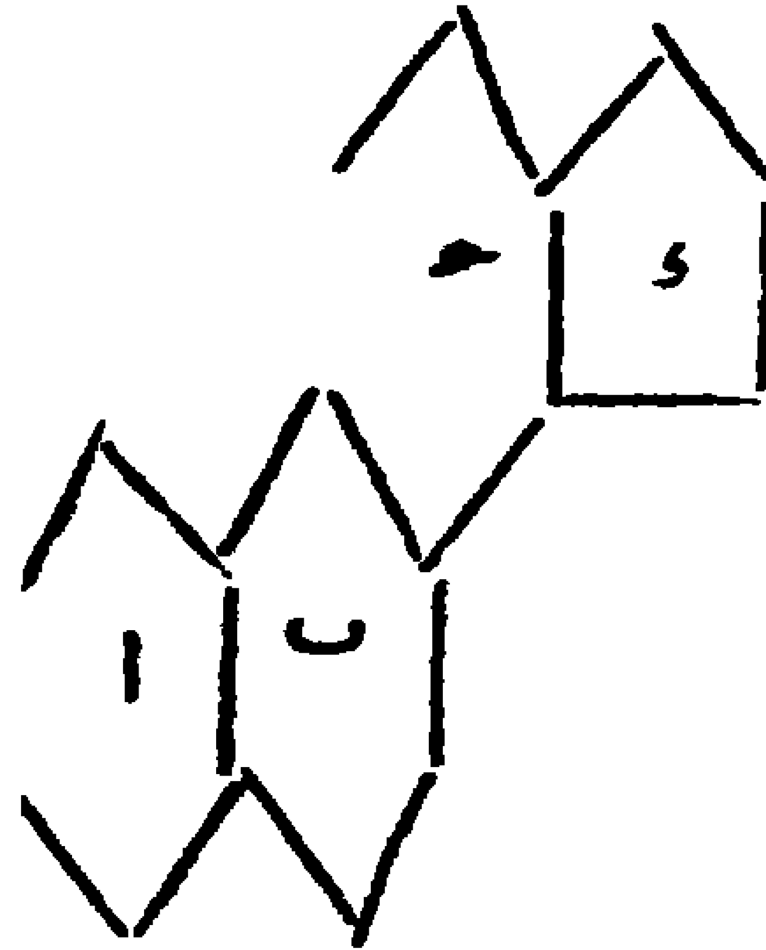
كحول الشمايل chimyl ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{١٥}$ ا ك يد$_{٢}$ ك يد (ا يد) ك يد$_{٢}$ ا يد

كحول باتايل batyl ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{١٧}$ ا ك يد$_{٢}$ ك يد ا يد ك يد$_{٢}$ ا يد

كحول سيلاشيل selachyl ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٧}$ ك يد = ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٨}$ ا ك يد$_{٢}$ ك يد (ا يد) ك يد$_{٢}$ ا يد

٦ — الاستيرولات :

تحتوى معظم الدهون الطبيعية على كميات ضئيلة من الاستيرولات . وهـذه المركبات عبارة عن كحولات متبلورة ذات عدد من ذرات الـكربون يتراوح بين ٢٦ ، ٣٠ ويمثلها الهيكل التالى المعبر عن نواة فيناثرين phenanthrene ملتحمة بحلقة بنتان حلقى cyclopentane :

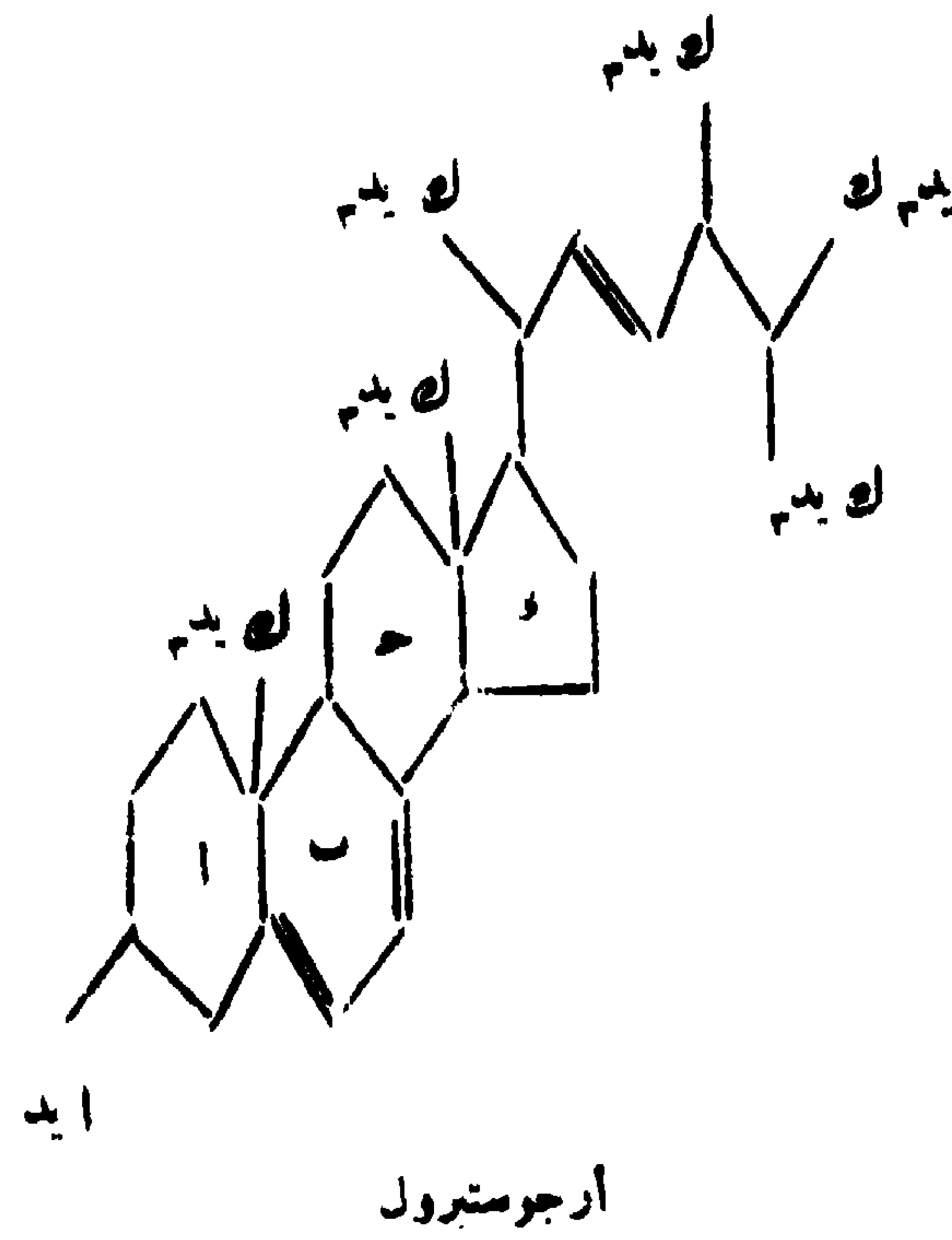


وتقسم الاستيرولات إلى ثلاثة أقسام رئيسـية هى :

١ — استيرولات الحيوان Zoosterols التى تنتشر فى المملـكة الحيوانية وتشمل الـكوليستيرول cholesterol والـكومبروستيرول comprosterol والأجنوستيرول agnosterol واللانوستيرول lanosterol .

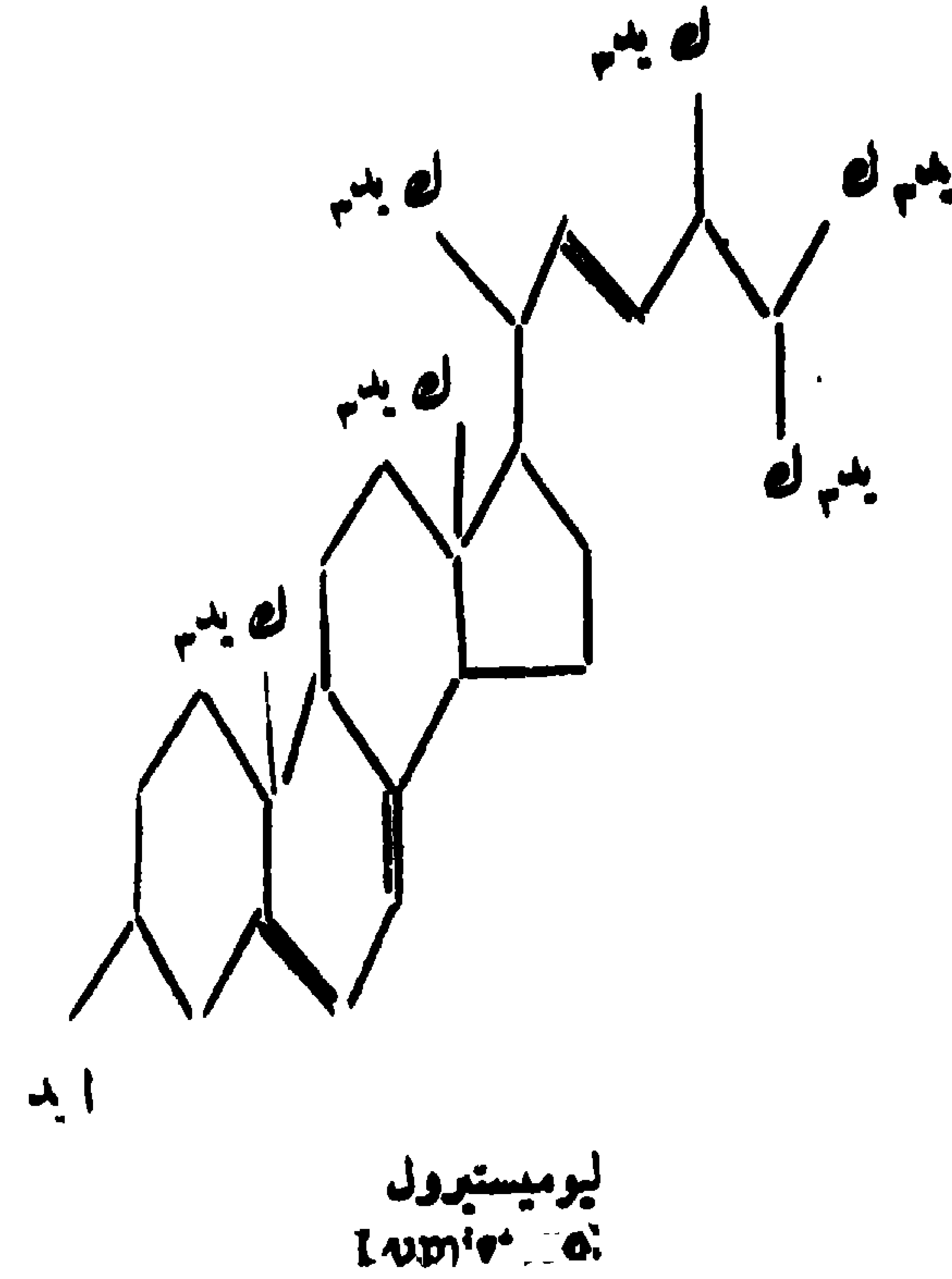
٢ — استيرولات النبات Phytosterols التى تنتشر فى دهون النباتات وهى السيتوستيرول sitosterol والاستجماستيرول stigmasterol والبراسيكاستيرول brassicasterol .

٣ — استيرولات الأحيـاء الدقيقة Mycosterols التى تـكونها الفطريات والخ[illegible] الطحالب ومنها الأرجوستيرول ergosterol .

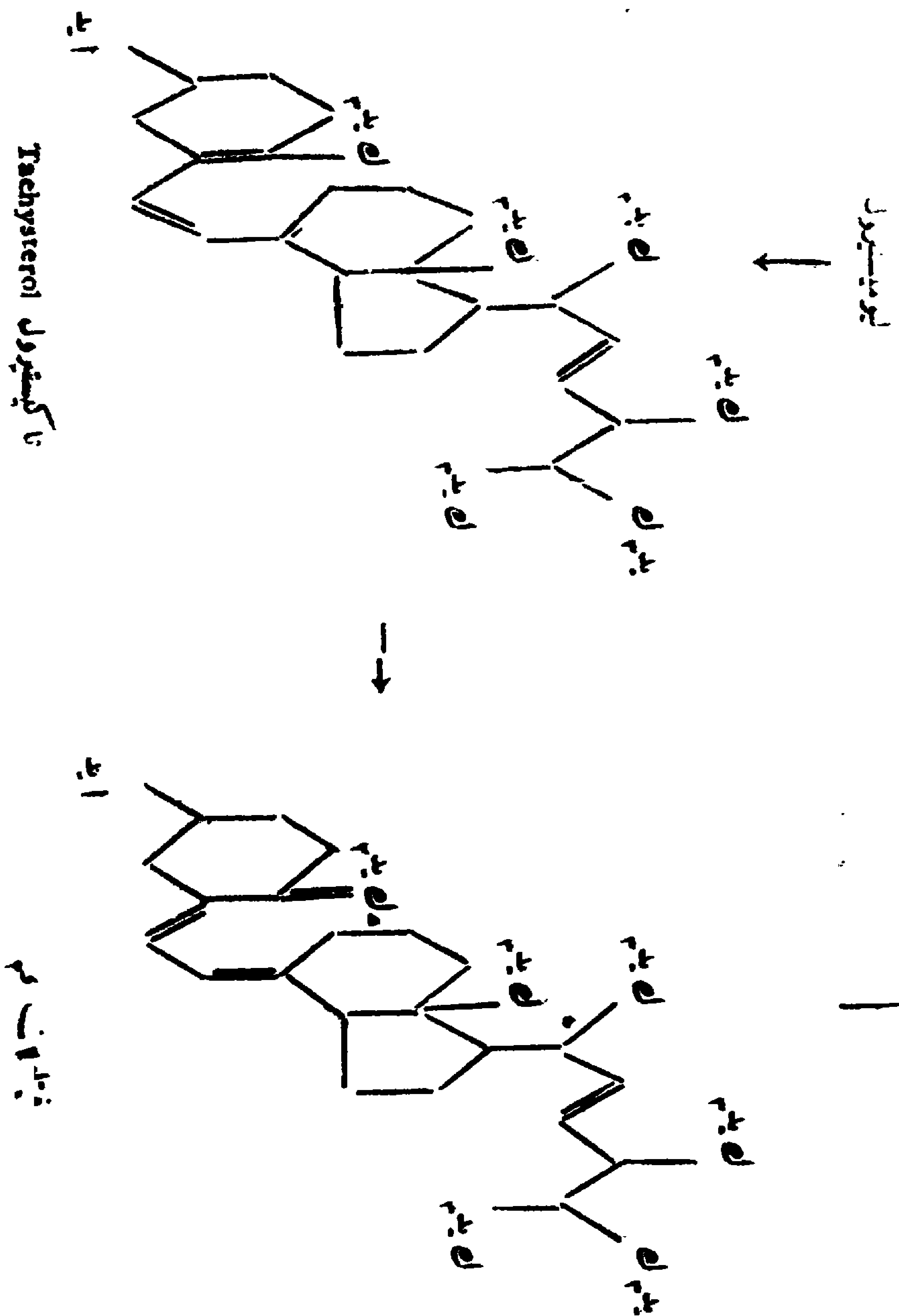


ارجوسترول





ليوميسترول


تاكيستيرول Tachysterol

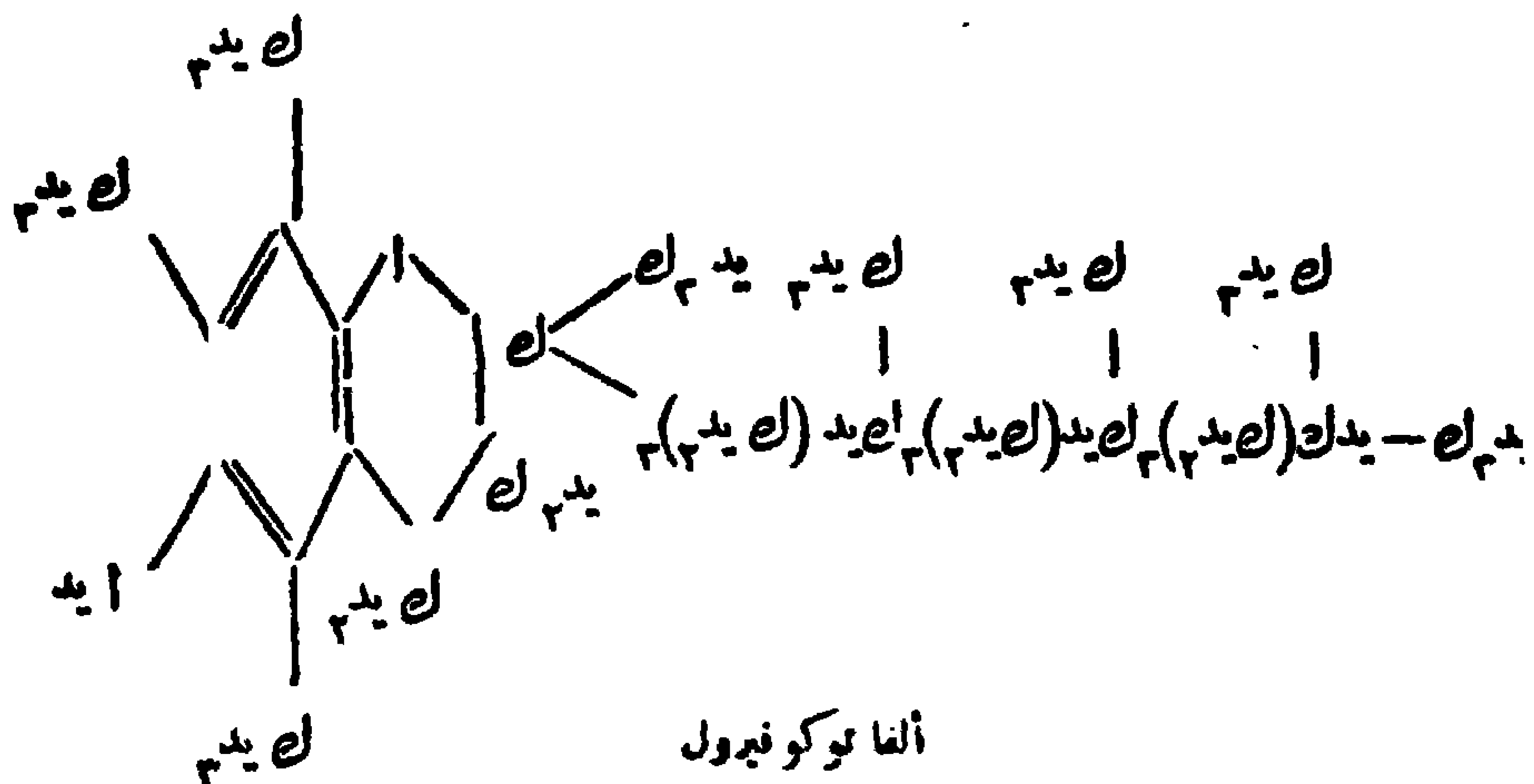
ويستدل على وجود الاستيرولات بإجراء بعض الإختبارات اللونية . كما تتصل هذه المواد بالإستفادة بتفاعلها مع جليكوسيد الديجيتونين digitonin لتكوين مركبات لا تذوب فى الكحول .

٧ — فيتامين د :

بتعريض المادة الغذائية للأشعة فوق البنفسجية يتحول الأرجوستيرول الى كالسيفرول calciferol أى فيتامين د٢ D_2 ، بينما بتأثير هذه الأشعة على زيت كبد الحوت يتحول المركب 7-dehydrocholesterol الى فيتامين د٣ . وكلا الفيتامينين يعطى نفس التأثير فى فيران التجارب ، لكن أثرهما يتفاوت فى الدواجن . ويتم تحول الأرجوستيرول الى فيتامين د بالخطوات المبينة فى الصفحتين التاليتين .

٨ — التوكوفيرول :

يحتوى زيت جنين البذور والحبوب ، وكذلك بعض النباتات الأخرى ، على فيتامين هـ E الذى يوجد فى صورة كحولات يعرف منها أربعة صور هى الألفا والبيتا والجاما والدلتا توكوفيرول . وتعتبر الصورة ألفا هى الأكثر تأثيراً فى النشاط الحيوى ، بينما الصورة الأخيرة هى الأكثر فعلا كمادة مانعة للأكسدة .



ألفا توكوفيرول

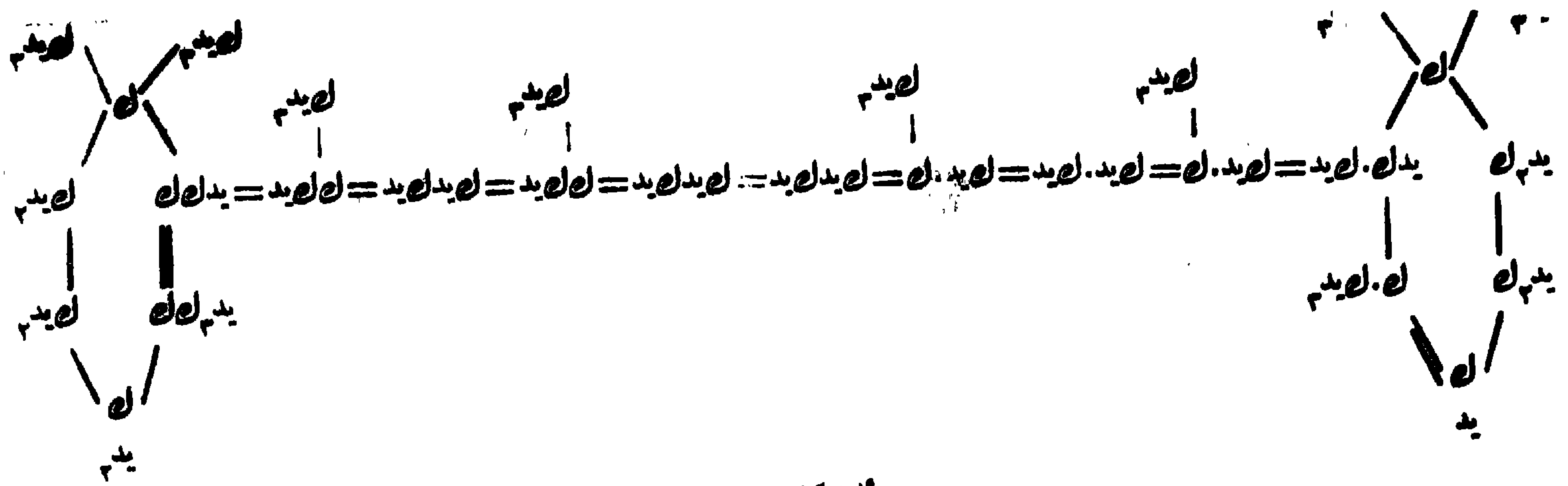
٩ — الإيدروكربونات الأليفاتية :

يحتوى زيت شجر الغار laurel وزيت بذور البقدونس على مركب الأيكوزان العادى n-Eicosane الذى أطلق عليه الإسم لوران laurane أوبتروزيلان petrosilane . وتحتوى بعض الشموع على پنتاكوزان وهبتاكوزان وأوكتاكوزان ونوناكوزان وتراى أكونتان triacontane وهكساتراى أكونتان . ويحتوى زيت كبد سمك القرش على پرستان pristane (ك١٨ يد٢٨) وتحتوى زبد shea على كارتين karetene (ك٥ يد٨)ن ، ويحتوى زيت جنين القمح وزيت السمك على جادوسين gadusene (ك١٨ يد٣٢) . ويوجد الإيدروكربون غير المشبع اسكوالين squalene (ك٣٠ يد٥٠) فى زيت كبد كلب البحر ، وهو يمثل حوالى ثمانين فى المائة من وزن الجزء غير القابل للتصبن ، كما أن هذا المركب يوجد فى زيت الزيتون وفى زيت جنين القمح .

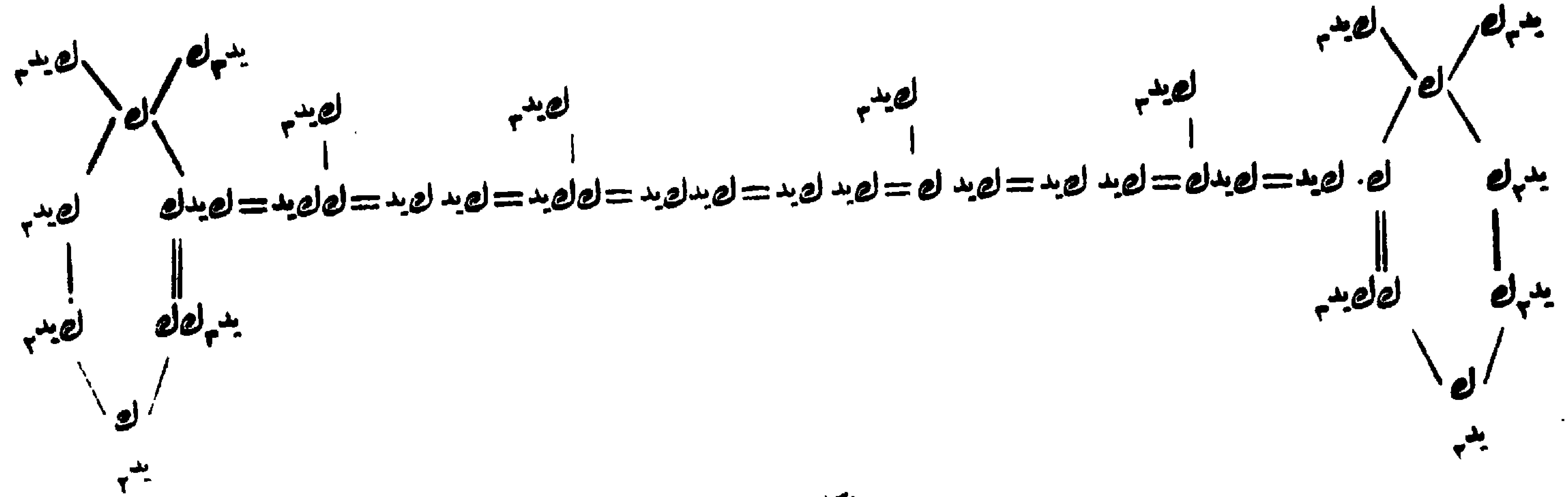
١٠ — الكاروتينويدات :

توجد فى الدهن صبغات حمراء وصفراء تسمى الكاروتينويدات carotenoids أو الليبوكرومات lipochromes . وتقع هذه الصبغات فى أربعة مجاميع إحداها إيدروكربونات وهى الكاروتينات carotenes والثانية مشتقات كيتونية أو إيدروكسيلية وهى الزانثوفيللات xanthophylls والثالثة أحماض كاروتينويدية والرابعة استرات زانثوفيل . وجميع هذه الصبغات غير مشبعة بدرجة كبيرة ، وترجع ألوانها إلى نظام الروابط المزدوجة المتبادلة مع بعضها بعدد كبير .

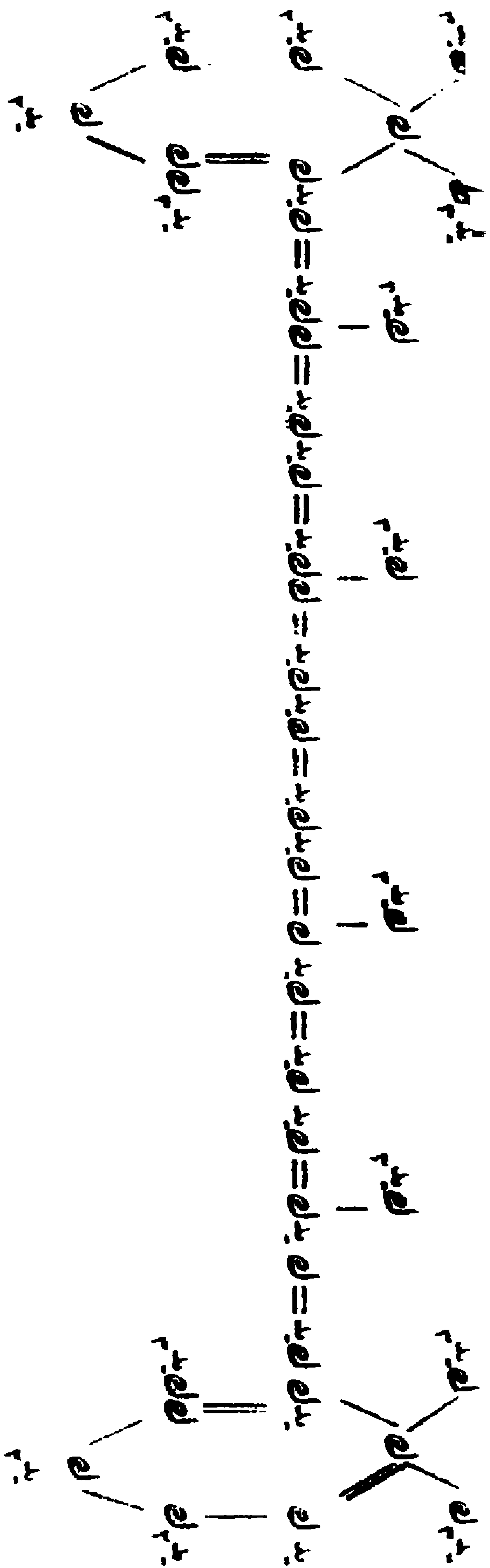
فالكاروتين ك٤٠ يد٥٦ يوجد فى لبيدات الخضروات الخضراء والصفراء وفى زيت النخيل وبعض الزيوت الحيوانية . وللمركب ثلاث مشابهات ضوئية هى الألفا والبيتا والجاما كاروتين . وترجع أفضلية وأهمية البيتاكاروتين على مشابهيه إلى احتوائه على حلقتى بيتا أيونون β-ionone . وصبغة الليكوبين الحمراء فى الطماطم تتشابه إلى حد كبير مع الكاروتينات فى تركيبها وفى أثرها الحيوى . أما الزانثوفيللات فهى مشتقات هيدروكسى أو كربونيل الكاروتينات .



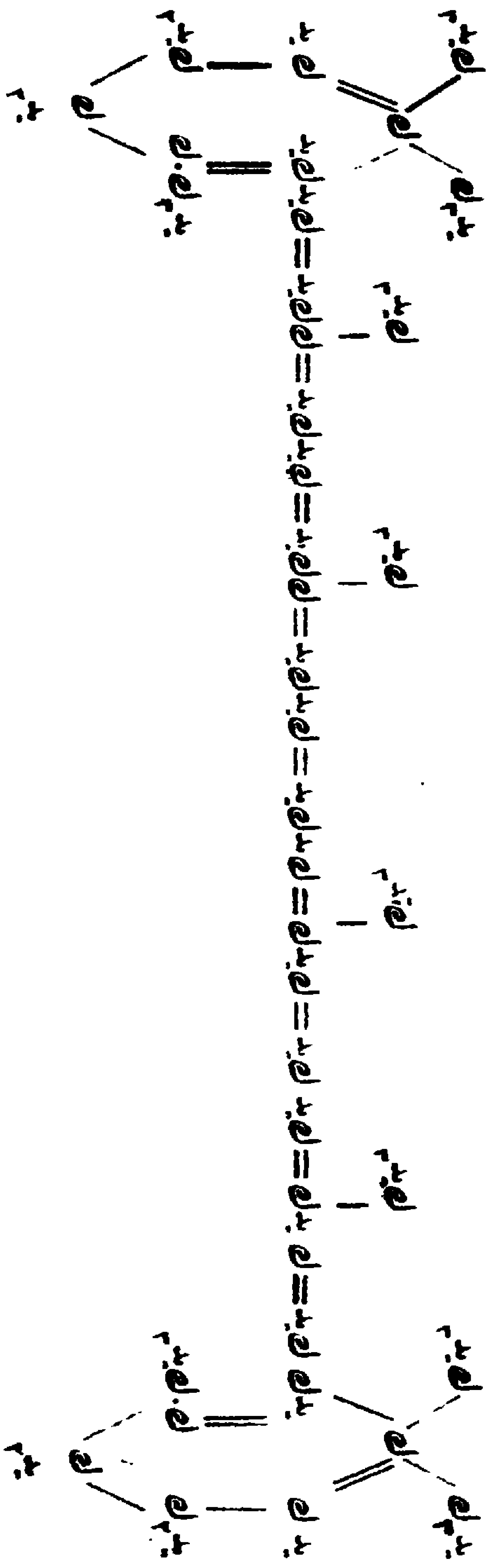
ألفا كاروتين



بيتا كاروتين



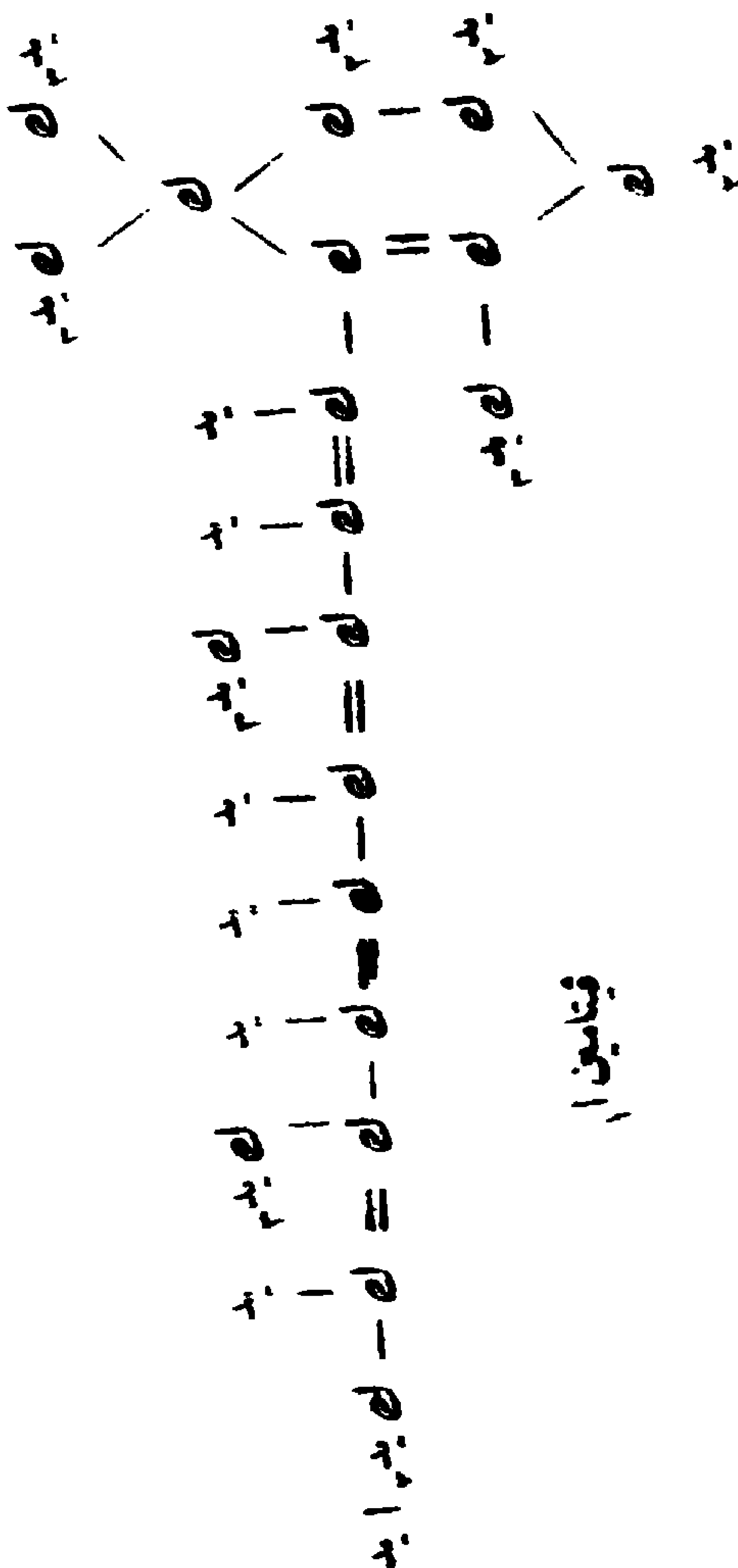
بيتا كاروتين



ليكوبين

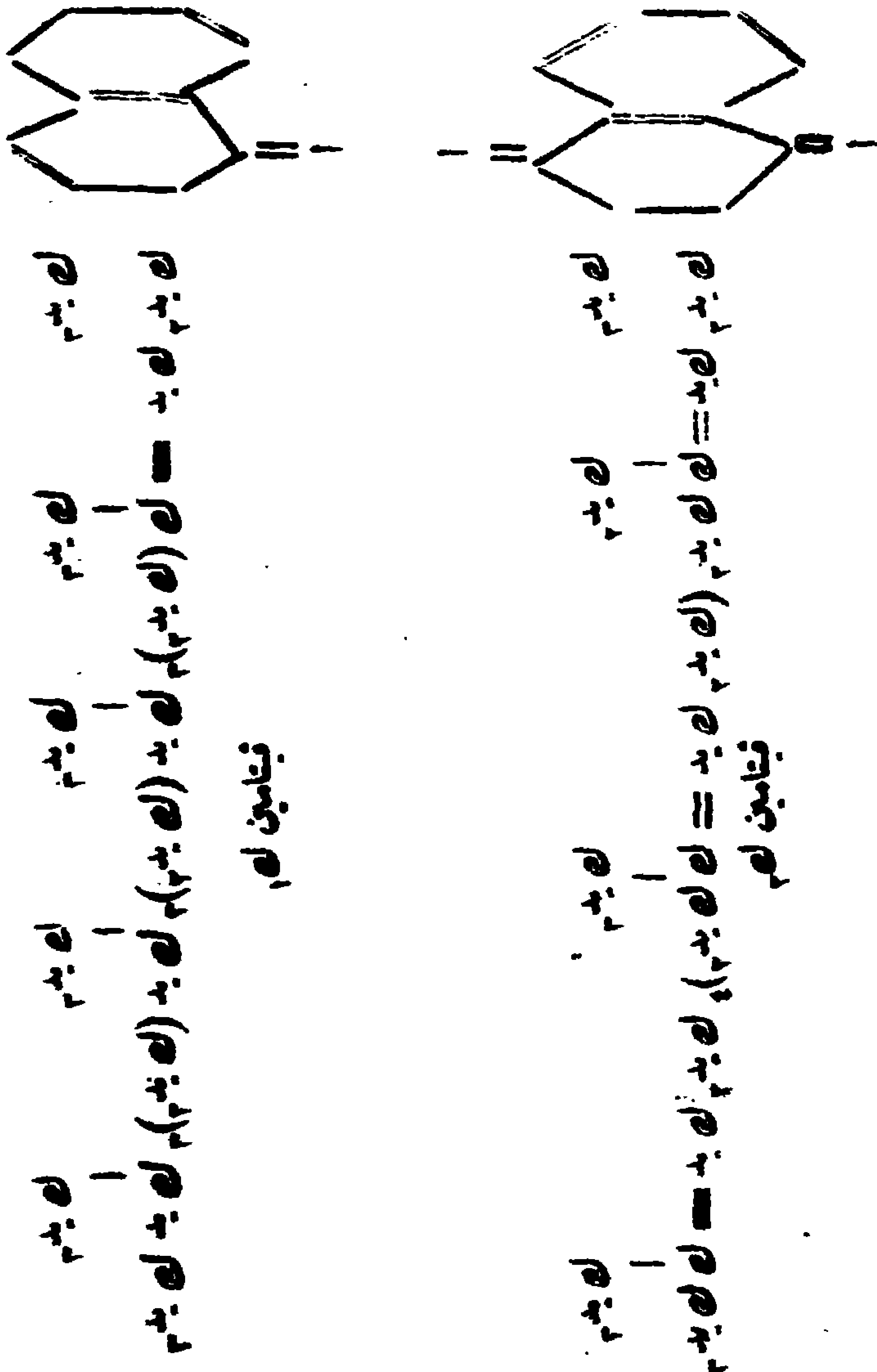
١١ — فيتامين ا :

يتكون ڤيتامين ا A من الألفا أو البيتا أو الجاما كاروتين أو من الكربتوزانثين cryptoxanthin فهى تدعى فيتامينات وهذا الڤيتامين ضرورى للنمو والإبصار وللمحافظة على الأغشية المخاطية . وأول أعراض ظهور نقص هذا الڤيتامين هو العشى الليلى night blindness . ويعتبر ڤيتامين ا١ A_1 ك٢٠ يد٢٩ ا يد كحولا ذا وزن جزيئى مرتفع مرتبط بحلقة بيتا أيونون . وهذا الڤيتامين يوجد فى جميع الثدييات وفى أسماك المياه المالحة . ويوجد ڤيتامين ا٢ A_2 ك٢٠ يد٢٧ ا يد فى أسماك المياه الحلوة ، أما النيوڤيتامين ا Neovitamin A فهو مشابه ضوئى لڤيتامين ا١ .



١٢ — فيتامين ك :

يوجد من هذا الفيتامين صورتان يطلق عليهما ك١ ، ك٢ K_1 & K_2 ، وكلاهما يوجد في الدهون ، ويحتوى كل منهما على نواة ١ ، ٤ — نافثوكينون . وينتشر الفيتامين في الخضروات الخضراء وفي دهن كبد كثير من الثدييات وفي صفار البيض . وهذا الفيتامين ضرورى لمنع الإصابة بالضعف (أنيميا) وبالنزيف المسمى hemorrhage ولذا فهو مفيد في حالات الولادة ، كما أنه يستخدم في علاج مرض اليرقان أى الصفر . ويبدو أن نشاط هذا الفيتامين يقع على الكبد إذ أنه لا يسرع تجلط الدم في التجارب العملية خارج الجسم .



تركيب الدهون :

الدهون عبارة عن جلسريدات ، وهذه قد تكون أحادية أو ثنائية أو ثلاثية نظراً لكون الجليسرين ثلاثى الإيدروكسيل . والدهون الطبيعية غير المتحللة توجد عادة فى صورة جليسريدات ثلاثية . وفى حالة احتواء جزىء الجلسريد على نفس الشق الحامضى ، أى نفس الحامض الدهنى ، سمى الجليسريد بسيطاً ، بينما فى حالة احتواء جزىء الدهن إلى شقين حمضين مختلفين على الأقل سمى الجليسريد مختلطاً . وترقم الأوضاع الثلاثة فى جزىء الجليسريد الممكن ارتباط الأحماض الدهنية بها بالرموز ألفا ، بيتا ، جاما أو بالأرقام ١ ، ٢ ، ٣ .







بيتا — أوليو — ألفا ، جاما (ألفا) — ثنائى الإستيارين أو ٢ — أوليو — ٣،١ — ثنائى الإستيارين

ويعتبر الجليسريد متناسقاً symmetrical فى حالة وجود نفس الشق الحامضى فى كل من الوضعين ألفا وجاما ، بينما اختلاف شق الحامض عن بعضهما فى هذين الوضعين يجعل الجليسريد غير متجانس .

يوجد العديد من المشابهات الضوئية فى الجليسريدات الطبيعية بسبب احتواء هذه الزيوت والدهون على أحماض دهنية مختلفة فى الجزىء . والمعروف أن الزيوت والدهون الطبيعية تحتوى على نسبة ضئيلة من الجلسريدات البسيطة ، بينما الجزء الكبير منها عبارة عن جليسريدات مختلطة . فالدهن الذى عماده ثلاثة أحماض دهنية مختلفة يظهر فى صورة عشرة جليسريدات مختلفة بينما الدهن المحتوى على عشرة أحماض دهنية مختلفة يظهر به ٢٢٠ جليسريداً جميعها مشابهات ضوئية والملاحظ فى أغلب الدهون ، وخصوصاً دهون البذور والحيوانات البحرية ، يميل توزيع الشقوق الحامضية فى جزىء الجليسريد للتوزيع المنتظم بينما فى دهون الحيوانات

البرية تتوزع هذه الشقوق الحامضية بدون نظام معين ويكون المخلوط غير متجانس. وكذلك في دهون الطيور والخنزير والقوارض وغطاء ثمار الفاكهة وغيرها كما يتميز بارتفاع نسبة حمض اللينوليك يكون توزيع شقوق الأحماض الدهنية في جزيء الجليسريد وسطاً بين التوزيع المنتظم even distribution والتوزيع غير المنتظم randum distribution ومن أمثلة التوزيع الكامل زبد الكاكاو المحتوى على ٥١٫٩ في المائة أوليو بالميتوستيارين ١٨٫٤ في المائة أوليو داي ستيارين، ١٢ في المائة ستيارو داي أولين، ٨٫٧ في المائة بالميتو داي أولين، ٦٫٥ في المائة أوليو داي بالمتين، ٢٫٥ في المائة داي بالميتو ستيارين. فهذا الدهن يحتوى على ٢٫٥ في المائة فقط جليسريدات تامة التشبع، بينما دهن الغنم المحتوى على نفس النسب التقريبية من الجليسريدات. كما هي موجودة في زبد الكاكاو تقريباً يحتوى على ٢٧ في المائة جليسريدات تامة التشبع. وهذا التفاوت في التركيب هو سبب اختلاف الخواص الطبيعية في كل من نوعي الدهن.

إزاء ما سبق تقسم الزيوت والدهون بطرق متعددة، فقد يكون التقسيم تبعاً للتشبع أو عدمه ويقدر عدم التشبع بالعدد اليودي. وبذلك تقسم الزيوت إلى غير جافة non-drying وهي ذات العدد اليودي الأقل من تسعين، وشبه جافة semi-drying عددها اليودي يتراوح بين ٩٠، ١٣٠، وجافة drying عددها اليودي يزيد على ١٣٠. وقد يكون التقسيم للدهون والزيوت أساسه المصدر الطبيعي كما في التقسيم المنسوب إلى Grün and Halden، أو يكون الأساس هو الأحماض الدهنية الموجودة بالنسبة الغالبة والأحماض الدهنية المميزة مع أخذ التقسيم النباتي أو الحيواني في الإعتبار كما في تقسيم Hilditch.

تحتوى زيوت الحيوانات البحرية على العديد من الأحماض الدهنية غير المشبعة وقليل جداً من الأحماض المشبعة. وتختلف الأحماض الدهنية في زيوت الأسماك ذات الهيكل العظمى عنها في زيوت الأسماك عديمة الهيكل العظمى بشكل واضح. ففي الأسماك عديمة العظام توجد نسبة عالية من الحامض الدهني المحتوى على ٢٤ ذرة كربون والمعروف باسم حامض salacholeie، بينما النوع الآخر من الأسماك خالي من هذا الحامض الدهني وترتفع في زيته نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات العشرين ذرة من الكربون. كذلك تختلف أسماك المياه العذبة عن أسماك المياه المالحة في

محتوياتها من الأحماض الدهنية ، فالأولى تحتوى على نسبة أعلى من الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الثمانية عشر ذرة كربون ونسبة أقل من الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات العشرين والإثنى وعشرين ذرة كربون .

تتميز دهون الحيوانات البرية على زيوت ودهون الحيوانات البحريه ببساطه أحماضها الدهنية . والنوع السائد فى دهن الحيوان البرى هو أحماض البالمتيك والأوليك والإستياريك . ولا يوجد فارق كبير فى طبيعة الأحماض الدهنية بين الحيوانات العشبية وآكلات اللحوم . والنوع السائد من الأحماض الدهنية فى دهن لبن الحيوان هو البالمتيك والأوليك ، كما يحتوى هذا الدهن أسوة بدهن كثير من الحيوانات ، خصوصاً المجترة منها ، على نسبة عالية من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة أى ذات ذرات الكربون المتراوحة بين الأربعة والعشرة .

تقع أحماض البرمائيات والزواحف والطيور والقوارض وسطاً بين أحماض كل من الحيوانات البحرية والحيوانات البرية . فالزيوت فى البرمائيات والزواحف تحتوى نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات العشرين أو الإثنى وعشرين ذرة كربون ولها خواص مماثلة لزيوت الحيوانات البحرية . وتعتبر زيوت الطيور والقوارض أقرب شبهاً بدهون الحيوانات البرية الراقية منها لزيوت الحيوانات البحرية .

تتميز دهون ثمار الفاكهة أو النطاء الدهنى الثمار بتغلب نسبة أحماض البالمتيك والأوليك واللينوليك الدهنية فى جزيئاتها على الأحماض الأخرى ، كما فى زيتى النخيل والزيتون .

وفى دهون البذور والحبوب تتغلب نسب أحماض البالمتيك والأوليك واللينوليك واللينولنك الدهنية على غيرها . وقد تتميز العائلة النباتية بوجود حمض دهنى معين فى دهونها ، مثال ذلك حامض بتروزيلينك petroselinic فى عائلتى الخيمية ، Araliaceae وحمض التاريريك tariric فى عائلة Simaroubaceae وحمض الإريوسيك erucic فى عائلتى الصليبية ، Tropaeolaceae وحمض الأليوستياريك eleostearic فى Aleurites cordata ، Aleurites fordii وحمض الريسينوليك ricinoleic فى Ricinus communis وبعض أجناس عائلتى Euphorbiaceae ، Oleaceae .

فيما يلي رموز الجليسريدات الأحادية والثنائية والثلاثية :

يد ا
| ||
يد ك — ا — ك — ك١٧ يد٣٣
|
يد ك — ا يد
|
يد ك — ا يد
|
يد

جليسريد أحادى

يد ا
| ||
يد ك — ا — ك — ك١٧ يد٣٣
| ا
| ||
يد ك — ا — ك — ك١٧ يد٣٣
|
يد ك — ا يد
|
يد

جليسريد ثنائى

يد ا
| ||
يد ك — ا — ك — ك١٧ يد٣٣
ا
||
يد ك — ا — ك — ك١٧ يد٣١
| ا
| ||
يد ك — ا — ك — ك١٧ يد٣٣
|
يد

بيتا أوليو لينوليو ستيارين

جليسريد ثلاثى مختلط

والرمز البنائى الكامل للجليسريد الثلاثى المذكور أعلاه يكون كما يلى :

حمض لينوليك

حمض أوليك

جليسرول

حمض استياريك

جلسريد البيتا أوليو لينوليو ستيارين

الخواص الطبيعية والكيميائية للدهون والأحماض الدهنية :

١ — اللون وامتصاص الأشعة الضوئية :

الأحماض الدهنية وكذلك جليسريداتها (عندما تكون على حالة نقية تظهر عديمة اللون ولا تتأثر بالطيف فى نطاق الضوء المرئى . أما الألوان التى تظهر على الدهون عادة ، فرجعها إلى وجود الصبغات النباتية القابلة للذوبان فى الدهون مثل الكاروتينويدات والكلوروفيل أو إلى نانجات تأكسد أو اتحاد الأحماض الدهنية . فهذه الصبغات تتأثر بالموجات الضوئية ، ولذلك فمن المستطاع تقدير لون الدهن المحتوى على الصبغات باستخدام فوتومترطيفـــــــــــى : . والأحماض الدهنية غير المشبعة ومشتقاتها بالرغم من عدم امتصاصها لأشعة الضوء المرئى إلا أنها تمتص الأشعة فوق البنفسجية . ويمكن الاستدلال على وجود الروابط الزوجية المتبادلة فى جزىء الحامض الدهنى من التحليل الطيفى ، إذ أن هذه تتميز بامتصاص خاص . وهذه الخاصية مفيدة صناعياً ، إذ بها يستدل على إتمام تحويل الروابط الزوجية غير المتبادلة فى جزىء الحامض إلى روابط زوجية متبادلة بعد المعاملة بالقلوى على درجة حرارة مرتفعة . وقد لوحظ أيضاً أن الأحماض الدهنية ذات الوضع المقابل تمتص الأشعة الحمراء بشدة فاستخدم التحليل الطيفى فى هذا النطاق مـا دون الحمراء لتقدير كمية الأحماض ذات الوضع المقابل فى مخلوط الأحماض الدهنية . ويستعمل التحليل الطيفى بالأشعة فوق الحمراء أيضاً فى دراسة كيفية سير التفاعلات كما فى دراسة جفاف الزيوت .

٢ — معامل الانكسار :

بتحول الأحماض الدهنيـــــة إلى جليسريدات يرتفع معامل انكسارها refractive index . ودائماً يزداد معامل انكسار الأحماض الدهنية بازدياد وزنها الجزيئى وبازدياد درجة عدم تشبعها ، كما أن الأحماض الدهنية ذات الروابط المزدوجة المتبادلة يرتفع معامل انكسارها عنه فى الأحماض غير المتبادلة .

٣ — الرائحة والنكهة :

تعزى رائحة ونكهة الدهون الطبيعية ، فيما عدا الدهون المشتقة من أحماض قصيرة السلسلة جداً ، إلى وجود مواد غير دهنية في الدهن . مثال ذلك الرائحة الذكية لزيت النخيل يعزى بعضها إلى وجود البيتا أيونون ، ورائحة زيت جوز الهند ترجع إلى احتوائه على nonylmethylketone نونايل ميثايل كيتون .

٤ — نقطة الإنصهار وتعدد الصور :

بارتفاع الوزن الجزيئي للأحماض الدهنية ، أي بازدياد طول سلسلة الحامض ، لا يأخذ الارتفاع في درجة انصهار الأحماض نظاماً ثابتاً . وعادة تكون درجة انصهار الحامض الدهني ذا العدد الزوجي من ذرات الكربون مرتفعة عنها للحامض ذي ذرة كربون أكثر ، أي الحامض ذي العدد الفردي من ذرات الكربون الذي يلي الحامض الزوجي مباشرة ويزيد عليه بذرة كربون واحدة . ومن أمثلة درجات الإنصهار ما يلي :

عدد ذرات الكربون :	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
درجة الانصهار (م°)	١٦٫٣	١٢٫٣	٣١٫٢	٢٨٫٠	٤٣٫٩	٤٠٫٥	٥٤٫١
	١٥	١٦	١٧	١٨			
	٥١٫٠	٦٢٫٧	٦٠٫٠	٦٩٫٦ .			

وتنخفض درجة الإنصهار بشكل واضح عند إدخال رابطة مزدوجة في جزىء الحامض الدهني .

وتتميز الأحماض الدهنية ذات الوضع المقابل بارتفاع درجة انصهارها كثيراً عنها للأحماض الدهنية المقابلة ذات الوضع المجاور ١٦٫٣° م وحمض الإلايديك ذو الوضع المقابل ٤٣٫٧°م وحمض التاريريك ذو الرابطة الثلاثية ٤٨°م .

كثيراً ما توجد الأحماض الدهنية والإسترات الدهنية وبعض المركبات ذات السلسلة الطويلة في صور متعددة تختلف عن بعضها في الخواص الطبيعية . مثال ذلك

إختلاف درجة انصهار المركب الواحد بعد بلورته من مذيب قطبي polar أو غير قطبي ، فهذا يدل على وجود المركب في صور متبلورة مختلفة ، ويمكن التحقق من ذلك بفحص المركب بأشعة إكس . ومن المؤكد الآن أن كلا من الأحماض الدهنية ذات العدد الزوجي من ذرات الكربون والمرتفعة الوزن الجزيئي يعرف له صورتان وأن كلا من الجليسريدات يعرف له أربعة صور .

٥ — نقطة الغليان :

ترتفع درجة الغليان تدريجياً بازدياد طول سلسلة الأحماض الدهنية ، وهذا يساعد على فصل الأحماض عن بعضها بالتقطير الجزئي . وتتقارب درجة غليان الأحماض الدهنية المتفاوتة في درجة عدم تشبعها مع بقاء طول السلسلة ثابتاً ، مثل أحماض الاستياريك والأوليك واللينوليك ، ولذلك فصل هذه الأحماض عن بعضها بالتقطير الجزئي ليس ناجحاً .

٦ — القابلية للذوبان :

لا تذوب الدهون في الماء ولكنها تذوب بقلة في الكحولات ذات الوزن الجزيئي المنخفض ، باستثناء زيت الخروع ، وتذوب بسهولة في الإيثير والبنزين والإيدروكربونات وثاني كبريتور الكربون والمذيبات الهالوجينية العادية . وفي بعض الحالات يختبر قابلية الزيوت للذوبان في مذيبات معينة للتعرف على الزيوت . والطريقة الحديثة لاستخراج الدهون بالمذيبات تعتمد على ذوبان الدهون في مذيبات الاستخلاص . والمعروف أن قابلية الأحماض الدهنية للذوبان تفوق قابلية جليسريداتها ، وجميع هذه الأحماض الدهنية قابلة للذوبان في المذيبات العضوية القطبية وغير القطبية ، والأحماض ذات الوزن الجزيئي المنخفض فقط تذوب في الماء . وبازدياد طول سلسلة الحامض الدهني تقل قابليته للذوبان في الماء . فحامض الكابريليك يذوب في الماء على درجة ٣٠° مئوية بنسبة جرام حامض في مائة جرام ماء ، بينما حامض الاستياريك يذوب بنسبة ٠٫٠٠٠٣٤ . وذوبان الماء في الأحماض الدهنية ذا أهمية صناعية . فعلى درجة ٦٩° مئوية يذوب ٠٫٩٢ جرام ماء في مائة جرام حمض استياريك . وعموماً تزداد قابلية الأحماض الدهنية غير المشبعة للذوبان في المذيبات العضوية كثيراً عن ذوبان الأحماض المشبعة المقابلة ، كما أن الأحماض غير المشبعة تزداد قابليتها للذوبان

كثيراً بازدياد نسبة عدم التشبع . وهذه الخاصية تستعمل الآن فى بلورة وفصل الأحماض الدهنية غير المشبعة على درجة حرارة منخفضة .

٧ — التشابه الضوئى :

تتكون المشابهات الضوئية فى الأحماض الدهنية المحتوية على رابطة مزدوجه ، وهذه المشابهات تختلف خواصها الطبيعية عن خواص الأحماض الموجودة فى الطبيعة . مثال هذا التشابه حمضا الأوليك والإلايدك :

ك يد٣ (ك يد٢)٧ ك يد
‖
يد ا ا ك (ك يد٢)٧ ك يد
حمض أوليك (وضع مجاور)
نقطة الإنصهار ١٦٫٣°م

ك يد٣ (ك يد٢)٧ ك يد
‖
ك يد (ك يد٢)٧ ك ا ا يد
حمض إلايديك (وضع مقابل)
نقطة الإنصهار ٤٣٫٧°م

ويمكن تحويل الصورة الطبيعية أى حمض الأوليك إلى حمض الإلايديك بالمعاملة بحامض نتروز أو حامض الكبريتوز أو الكبريت أو السيليليوم . ويتوقف التحول بوصول التفاعل إلى حالة الإتزان ، وعندها يحتوى المخلوط على ثلثيه حمض إلايديك وثلثه حمض أوليك . ويتحصل على نفس النسبة عند تحضير حمض الأوليك تركيباً .

والأحماض المتعددة الروابط المزدوجة تكون عدداً من المشابهات stereoisomeric acids ، فمثلا حامض اللينوليك الذى يوجد طبيعياً بوضعيه

المجاورين يمكن أن يحصل منه على الأوضاع مقابل — مجاور ، مجاور — مقابل ، مقابل — مقابل . هذا النوع من التشابه يعرف باسم geometrical isomerism وبخلافه يعرف فى الأحماض الدهنية أنواع أخرى من التشابه هى chain ، optical ، position . ويندر ملاحظة النوع الأول السلسلى chain isomerism ، فى الأحماض الدهنية المنتشرة طبيعياً ، أما معظم الأحماض الدهنية الموجودة فى الطبيعة فمستقيمة السلسلة وغير متفرعة .

ويرجع تكوين المتشابهات فى position isomerism إلى وضع الرابطة المزدوجة أو المجموعات المضافة . مثال ذلك التشابه بين حمضى الأليوستياريك واللينولينك وكلاهما غير مشبع وبه ثمانية عشر ذرة كربون وثلاث روابط ثلاثية فى الأوضاع ٩ ، ١١ ، ١٣ أو ٩ ، ١٢ ، ١٥ (هيبوميرية الوضع (الموضعية ، الموضعى)).

والتشابه الضوئى optical isomerism المعروف فى أحماض الجورليك والشالموجريك والهيدنوكاربك والريسينوليك وبعض الأحماض الأخرى سببه اختلاف الذرات أو المجاميع الأربعة المتصلة بروابط ذرة الكربون الأربعة المتجهة نحو زوايا الهرم الثلاثى .

(٨) تفاعلات الحامض :

تتفاعل الأحماض الدهنية إما عن طريق مجموعة الكربوكسيل بجزيئاتها أو عن طريق سلسلة الإيدروكربون التى قد تكون بارافينية أو ذات روابط غير مشبعة أو حلت بعض مجموعات محل بعض ذراتها . وتتأثر تفاعلات كل من الشقين بطبيعة الشق الآخر ، ويعتبر تأثير مجموعة الكربوكسيل على تفاعلات السلسلة الإيدروكربونية أكثر فعلا من تأثير السلسلة على مجموعة الكربوكسيل بسبب نظام توزيع الذرات والإلكترونات فى فراغ مجموعة الكربوكسيل configuration . مثال ذلك إدخال الكلور chlorination أو مجموعة كب$_{ا}$م sulfonation فى السلسلة إذ تسهل هذه الإضافة فى الوضع ألفا فى الأحماض الدهنية المشبعة بطريق الإحلال . والمثال الآخر هو هدرجة الأحماض الدهنية غير المشبعة وتفاعل استرات هذه الأحماض إذ فى الأولى لا يتقيد ارتباط الإيدروجين بوضع محدد دون الآخر المماثل بينما فى الأخيرة تتم التفاعلات فى وضع محدد بالذات من جزىء الإستر .

وأهم تفاعلات مجموعة الكربوكسيل هى التحلل المائى والاتحاد بالكحول والتصبن والإختزال إلى كحولات وتكوين مشتقات متعددة مثل هاليدات الأسيل والأميدات والمشتقات النتروجينية والأندريدات والكيتونات والألدهيدات والإيدروكربونات .

٩ — التحليل المائى :

تتحلل الدهون فى وجود الماء أو البخار وعامل ملامسة كالأحماض أو الإنزيمات أو المركبات المكونة للصابون إلى أحماض دهنية حرة وجليسرول . وهذا التحلل يحدث أحياناً فى الزيوت والدهون الطبيعية المخزنة تحت تأثير الإنزيمات والرطوبة الموجودة بها .

١٠ — الإتحاد بالكحول:

تتكون الإسترات بتفاعل الأحماض الدهنية مع الكحولات الأحادية أو غير الأحادية فى وجود عامل ملامسة ، أو تتم العملية تبادليا interesterificati بإحدى طرق ثلاث هى تفاعل الأستر مع الأحماض الدهنية الحرة فى وجود عامل ملامسة قاعدى أى بالكحللة، وتفاعل الإستر مع الأحماض الدهنية الحرة acidolysis ، وتفاعل إسترين مع بعضهما فى وجود alkoxide ion ويسمى هذا ester interchange .تبادل (مبادلة ، تعارض) الاستر .

تحضر الإسترات الميثيلية وباقى إسترات الكحولات ذات السلسة القصيرة معملياً بسهولة لانخفاض نقطة غليان هذه الإسترات عنها للأحماض الدهنية الحرة المقابلة . ويستعمل الجليسرول وغيره من الكحولات عديدة الإيدروكسيل ، مثل الجليكول والإريثريتول والبنتا أريثريتول والهكسيتولات . ويلاحظ أنه فى حالة وجود كمية زائدة من الكحول أثناء التفاعل تتكون إسترات جزئية كالجليسريدات الأحادية أو الثنائية . وتحضر الجليسريدات الثلاثية عادة بتفاعل الجليسرول مع كمية زائدة من الحامض أو كلوريد الحامض .

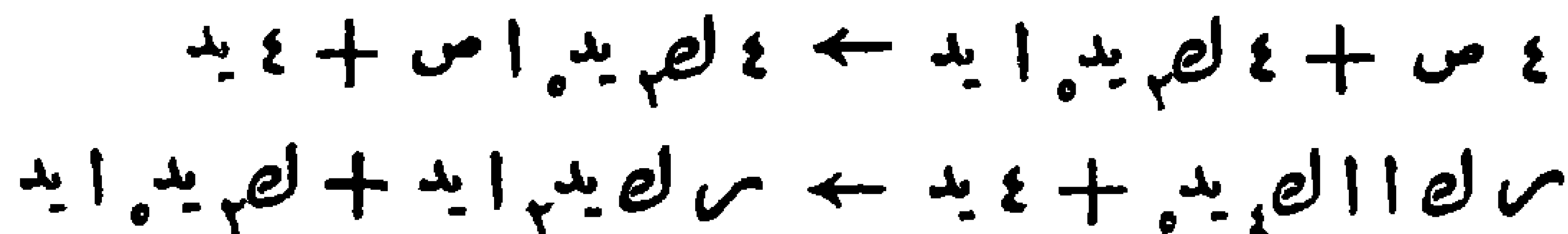
١١ — التصبن :

عند تسخين الدهون مع القلويات كالصودا الكاوية تتكون أملاح الأحماض

الدهنية وينطلق الجليسرين . ويمكن أيضاً تفاعل الأحماض الدهنية الحرة مع رماد الصودا أو كربونات لإنتاج الصابون . وأكثر المنظفات استعمالا هو الصابون المائى (الذواب فى الماء) . وحالياً تصنع كميات صغيرة من صابون المواد العضوية organic-base soaps مثل صابون البوتاسيوم أو الأمونيوم أو ثالث إيثانول أمين . ويحضر الصابون الذائب فى الزيت oil-soluble soap الغير ذائب فى الماء مثل صابون الكالسيوم أو المغنسيوم أو الرصاص بتفاعل ملحين قابلين للذوبان فى الماء مثل كلوريد المغنسيوم وأوليات الصوديوم . ويستعمل الصابون الذائب فى الزيت فى عمليات التشحيم وفعل الملامسة أثناء الأكسدة وغير ذلك .

١٢ — الاختزال إلى كحولات :

تستعمل الكحولات الأليفاتية ذات السلسلة الطويلة فى صناعة المنظفات الصناعية التى شاع استعمالها بكثرة فى العهد الحاضر . وهذه الكحولات تحضر بإحدى طريقتين تعرف أولاهما بتفاعل Beauvault-Blanc وفيه تسخن إسترات الأحماض الدهنية مع الكحولات ذات السلسلة القصيرة فى وجود معدن الصوديوم فيتم الاختزال :

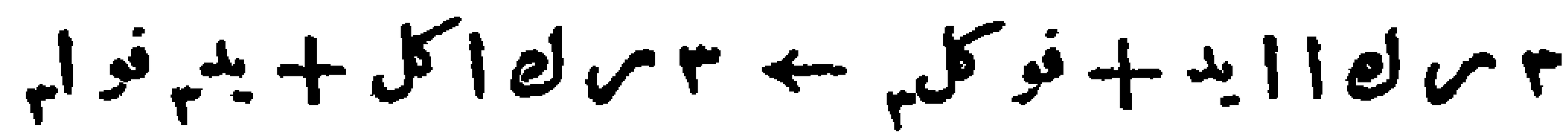


وأكثر الكحولات استعمالا فى هذه الطريقة الآن هو كحول الميثايل أيزوبوتايل كربينول . وعادة تحلل الجليسريدات كحوليا alcoholysis قبل اختزالها لتسهيل استرداد الجليسرين . وتستلزم الطريقة استعمال استرات متعادلة ، غير أنها تتميز بعدم تأثر الروابط غير المشبعة فى سلسلة الإيدروكربون . بالكحللة (التفكك الكحولى) .

والطريقة الأخرى للاختزال هى hydrogenolysis الشائعة الإنتشار وفيها تختزل الأحماض الدهنية أو استراتها بالإيدروجين على درجة حرارة عالية تتراوح بين ٢٠٠ ، ٤٠٠° مئوية وتحت ضغط مرتفع يصل إلى ١٠٠ أو ٢٠٠ ضغط جوى فى وجود كروميت النحاس الذى يؤدى فعل الملامسة . وهى طريقة تعتبر عكس التدرجن أى عكس تكون ماء (عكس مرة) .

١٣ — هاليدات الأسيل :

تحضر هاليدات الأسيل بتفاعل الأحماض الدهنية مع ثالث كلوريد الفوسفور أو خامس أكسيد الفوسفور أو كلوريد الثيونيل أو غيرها بحيث تحل ذرة هالوجين محل مجموعة إيدروكسيل . وأكثر هذه المواد استعمالا فى التحضير التجارى هو ثالث كلوريد الفوسفور ، وتفاعله كما يلى :



١٤ — المشتقات النتروجينية :

يتكون صابون الأمونيا بتفاعل الحامض الدهنى مع الأمونيا ، وبتسخين هذا الصابون يفقد جزىء ماء ويتكون أميد :

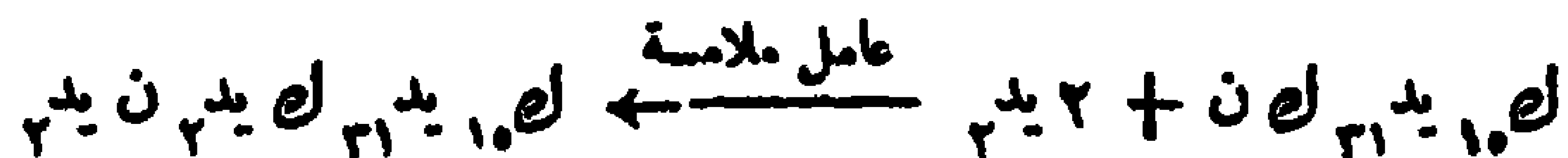


هذه الأميدات ذات أهمية صناعية حيث تستخدم فى تغطية الورق وكمانعات للبلل . وبتسخين الأميدات على درجات حرارة مرتفعة تتحلل منتجة نتريلات وأحماضاً دهنية وأمونيا .



وقد تحضر النتريلات أيضاً بتفاعل الأمونيا مع الأحماض الدهنية فى وجود مادة تمتص الماء . وهذه المركبات النتروجينية تدخل فى تفاعـــلات عديدة منها تحضير الأمينات . كما أنها مفيدة صناعياً حيث تستعمل كمنظفات أو plasticizers .

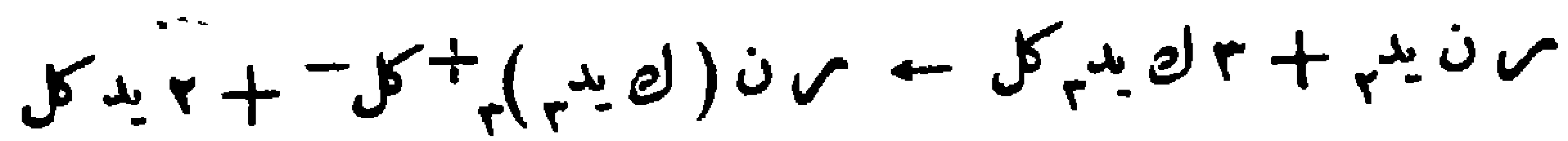
يمثل التفاعل التالى هدرجة النتريلات ذات الوزن الجزيئى المرتفع فى وجود عامل ملامسة لإنتاج أمينات :



والأمينات التى تنتج فى مثل هذا التفاعل عبارة عن خليط من الأمينات الأولية

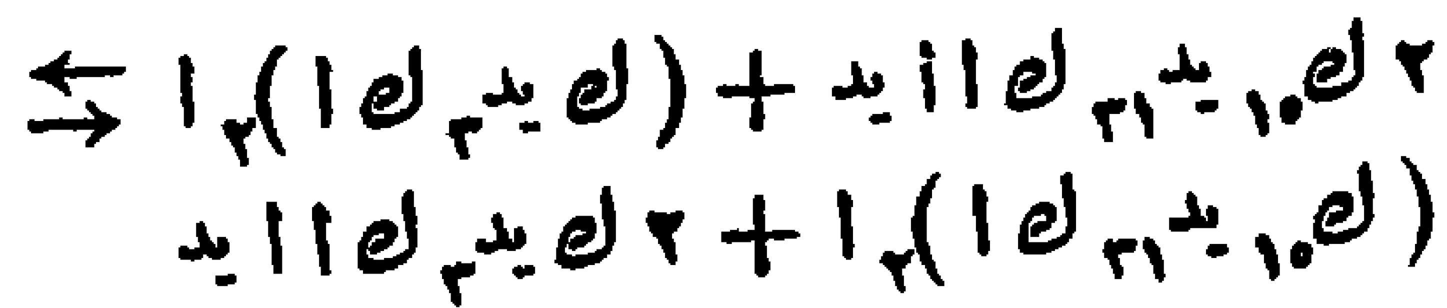
(الابتدائية) والثانية والثالثة ، لكنه بالتحكم في ظروف التفاعل تمثل الأمينات الأولية حوالى ٨٥ في المائة من المخلوط . وهذه الأمينات ذات أهمية بالغة إذ تستعمل كمواد مبيدة للجراثيم وعوامل ماشعة للاستاتية وعوامل ذات فاعلية سطحية

وبتفاعل الأمينات ذات السلسلة الطويلة مع هاليدات الألكيل تتكون مركبات أمونيوم هامة quaternary ammonium compounds رباعية :



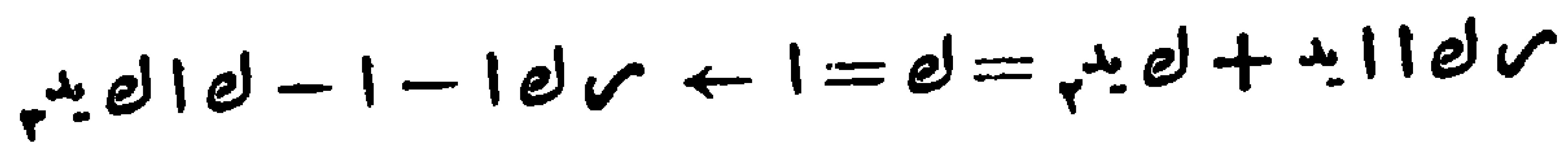
١٥ — أنهدريدات الحامض :

بتفاعل ملح الصوديوم المشتق من الحامض الدهني مع كلوريد الأسيل . وكذلك بتفاعل أندريد الخليك مع الحامض الدهني ، يتكون أنهدريد الحامض :

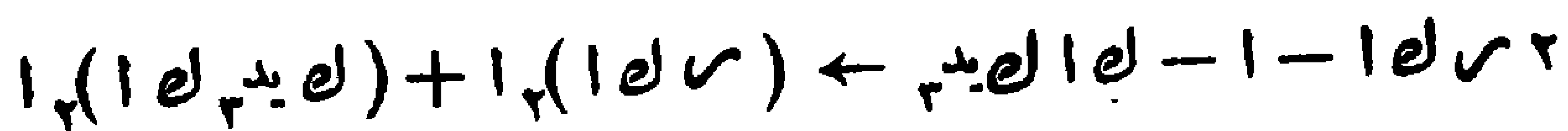


ويمكن أن يسير هذا التفاعل حتى النهاية بإزالة حامض الخليك المتكون ذى درجة الغليان المنخفضة نسبياً .

وتتكون أندريدات الأحماض أيضاً بإضافة الحامض الدهني إلى الكيتين Ketene :



والأنهدريد الناتج من هذا التفاعل مختلط ، لكنه يمكن تحويله إلى الأنهدريد المتماثل بالتسخين :



١٦ — الكيتونات :

بتحلل صابون الكالسيوم المحضر من الأحماض الدهنية ، وكذلك بتفاعل جوهر Grignard مع النتريل ، أو بإمرار أبخرة الأحماض على عامل ملامسة لفصل ثاني

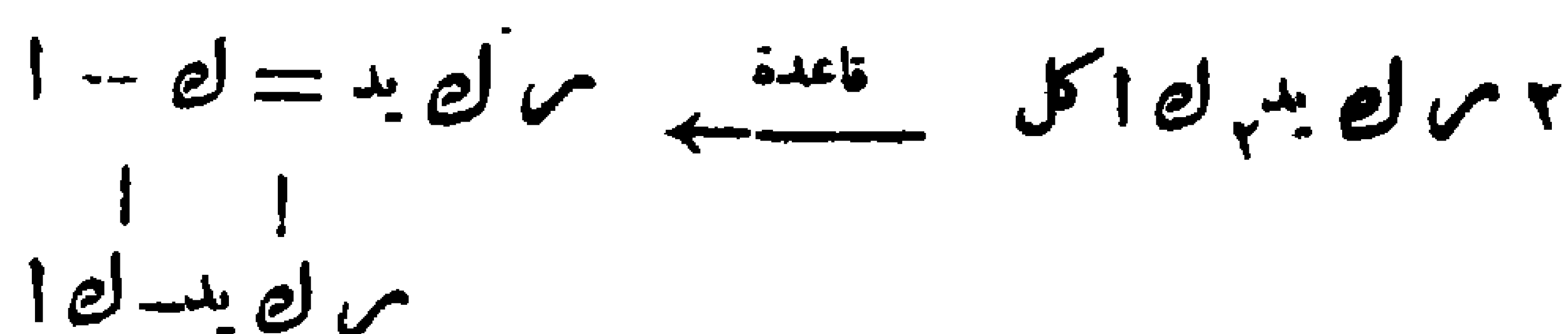
أكسيد الكربون decarboxylation على درجات حرارة مرتفعة ، تتكون الكيتونات (أى بالخلخلة (تحريد الزمرة الكربونية)ه



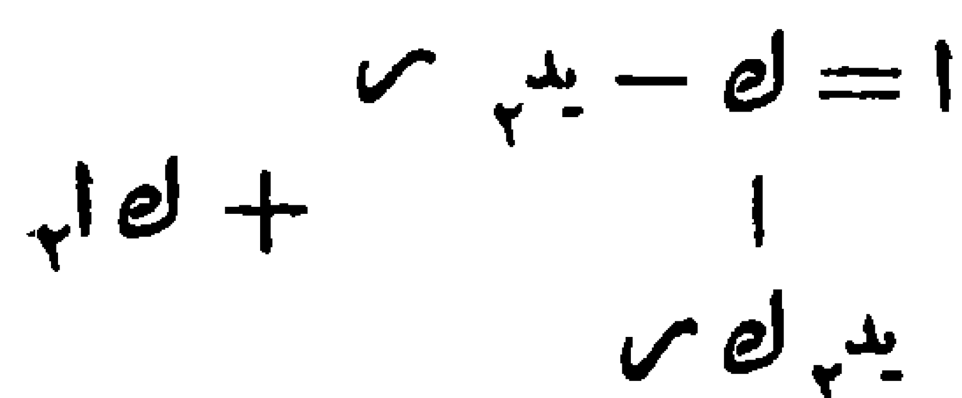
الكيتين المزدوجة

وتتكون الكيتونات أيضاً بالتحلل المائى لمركبات Ketene dimers المحضرة من كلوريدات الحامض :

الصيغة الجزيئية







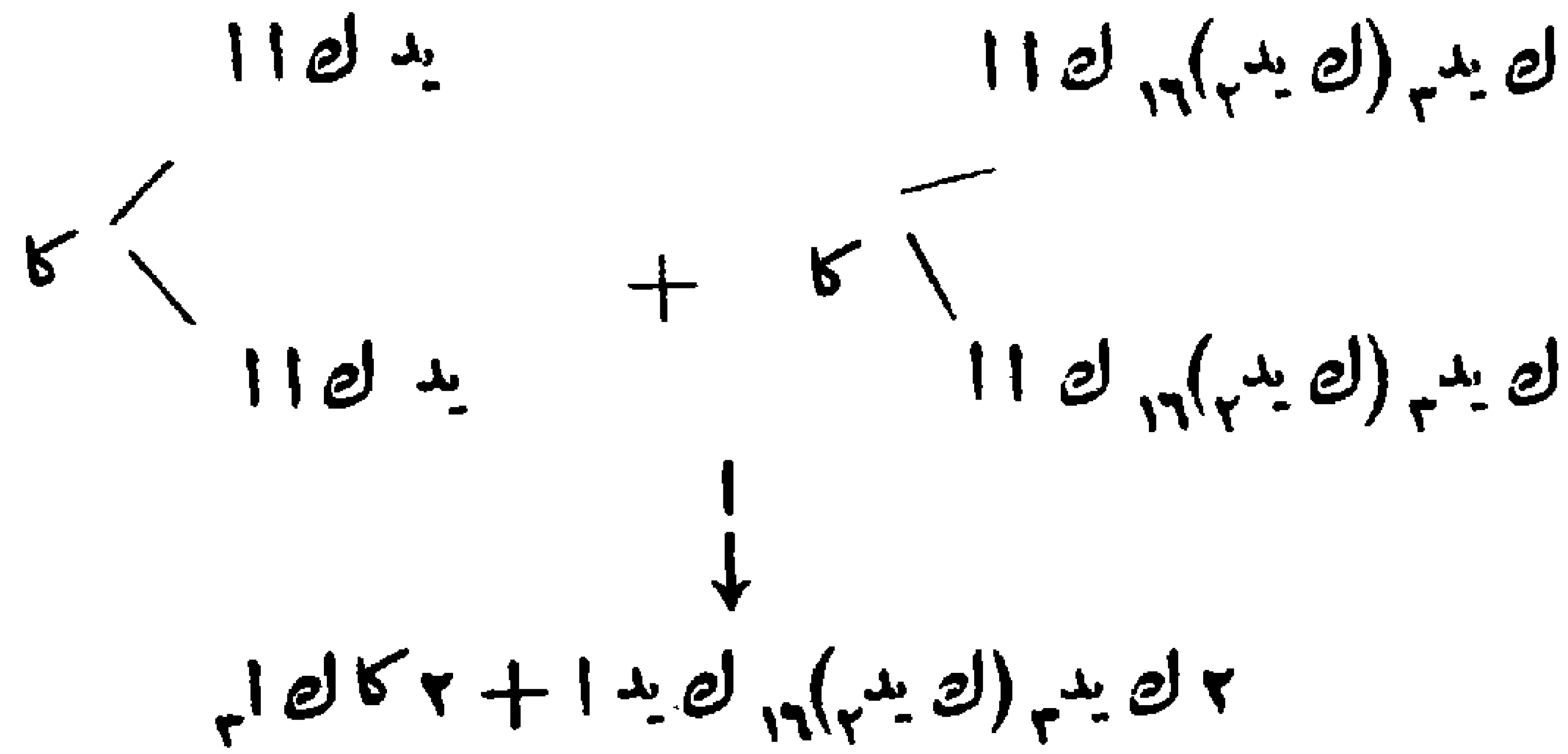
وبهذا التفاعل يتحول كلوريد اللورويل lauroyl chloride إلى diundecyl ketone

١٧ — الألدهيدات :

تتكون الألدهيدات بتسخين ملح الكالسيوم للحامض الدهنى مع فورمات الكالسيوم .

ولما كانت كمية الألدهيد الناتجة ضئيلة فتتبع طرق أخرى عند الرغبة فى الحصول

على إنتاج أوفر ، مثل طريقة أكسدة الكحولات الدهنية أو هدرجة كاوريدات الحامض فى وجود عامل ملامسة أو بعملية ozonolysis للأوليفينات (التحليل الأوزونى)



١٨ — الإيدروكربونات :

تتكون الإيدروكربونات من الدهون والصابون بعملية الانحلال الحرارى ، وحالياً يصنع فى الصين وقود للموتورات بالتقطير الإتلافى للدهون .

١٩ — تفاعلات السلسلة البارافينية :

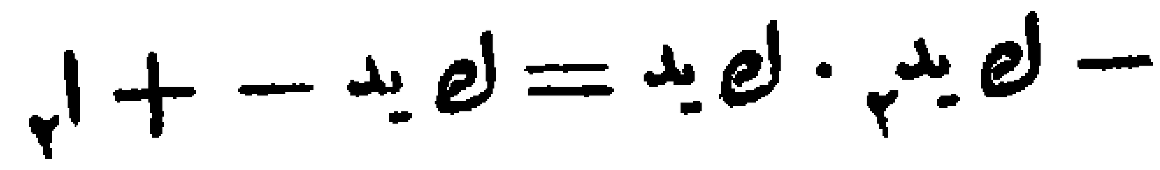
تعتبر السلسلة البارافينية فى جزىء الحامض الدهنى المشبع خاملة نسبياً حيث تقتصر تفاعلاتها على التأثر بالأوكسجين فى ظروف محددة جداً ، كما أنها تكون مركبات بطريق الإحلال تحت تأثير عوامل بالغة النشاط كالكلور والفلور وحمض الكلورو سلفونيك ومخلوط الكلور وثانى أكسيد الكبريت .

٢٠ — الأكسدة الذاتية فى السلسلة الأوليفينية :

يؤثر أكسيجين الجو فى الزيوت الجافة وفى رائحة ونكهة الدهون الطبيعية وفى الألكيلات النقية لإسترات أحماض الأوليك — واللينوليك — واللينولنك — والأوليوستياريك .

ويعتقد أن الأكسيجين لا يرتبط بالرابطة الثنائية فى سلسلة الحامض الدهنى

وإنما يتم الإرتباط بالمجموعة الميثيلينية المجاورة للرابطة المزدوجة وبذلك يتكون هيدرو فوق أكسيد hydroperoxide .







ويفسر هذا التفاعل عدم تمشى التناقص فى قيمة العدد اليودى للاسترغير المشبع مع كمية الأوكسيجين الممتصة .

تبلغ سرعة تفاعل لينولينات الميثايل إثنى عشرة مرة قدر سرعة أوليات الميثايل بينما تبلغ سرعة لينولينات الميثايل ضعف سرعة methyl linoleate فقط . كذلك يحدث تحولات من الوضع المجاور إلى الوضع القابل أثناء الأكسدة الذاتية .

وتتكون أيضاً مشابهات الموضع position فى polyenes ، خصوصاً فى حالة المشابهات ذات الروابط المزدوجة المتبادلة . (المركبات ذات الروابط غير المشبعة).

والإيدروبيروكسيدات غير ثابتة التركيب فهى تتحلل وتتحد ناتجات تحللها بالمجاميع النشطة والروابط غير المشبعة .

٢١ — أكسدة السلاسل الأوليفينية بالعوامل الكيمائية :

تؤكسد الأحماض الدهنية غير المشبعة والإسترات ، كما تضاف فيها مجاميع الإيدروكسيل hydroxylation و الايبوكسى ، باستعمال الأوزون أو برمنجنات البوتاسيوم أو حامض النتريك أو حامض الكروميك أو فوق أكسيد الإيدروجين أو رابع خلات الرصاص أو الهالو جينات أو الهيبوكلوريتات أو الكلوريتات .

ومن ناتجات هذه التفاعلات ذات الأهمية التجارية والعملية الأحماض

الإيدروكسيلية ومشتقات epoxy والألدهيدات والأحماض الألدهيدية والأحماض الكيتونية والأحماض أحادية وثنائية الكربوكسيل ذات السلسلة القصيرة . وفى حالة إجراء الأكسدة فى ظروف معتدلة تتكون مركبات جديدة نتيجة للاضافات ، بينما فى حالة الأكسدة الشديدة تتكسر السلسلة عند الروابط غير المشبعة . مثال ذلك حامض الأوليبك الذى يتأكسد إلى ٩ ، ١٠ - ثنائى إيدروكسيل حمض الاستياريك . وفى بعض التفاعلات يتكون المشابه ذو درجة الإنصهار المنخفضة وهى ٩٥° مئوية ، بينما فى تفاعلات أخرى يتكون المشابه ذو درجة الإنصهار المرتفعة وهى ١٣٢° مئوية ، وهذان المشابهان صور راسيمية، وبالإضافة إلى هذين المشابهين تتكون مركبات D-threo ، L-threo ، D-erythro ، L-erythro بسبب احتواء جزىء حمض الاستياريك ثنائى الإيدروكسيل على ذرتى كربون غير متناظرتين . ويمكن الحصول على المشابه ذى درجة الإنصهار المنخفضة أى ٩٥°مئوية بتفاعل حمض الأوليك مع الأحماض الفوقية مثل أحماض فوق الخليك أو فوق البنزويك أو فوق الكبريتيك persulfuric . وفى طريقة أخرى لتحضير هذا المشابه يعامل حمض الأوليك بالكلور أو البروم تحت ظروف محددة ثم يعامل المركب ثنائى الهالوجين الناتج بالتحليل المائى القلوى . أما المشابه ذا درجة الإنصهار المرتفعة فيحضر بأكسدة حمض الأوليك بمحلول بارد من برمنجنات البوتاسيوم القلوى المخفف أو بواسطة مواد أخرى منها رابع أوكسيد الأوزميوم أو اليود مع خلات الفضة . وعادة تعطى الأحماض الأحادية غير المشبعة محصولا أكبر مما يعطيه الأحماض الأقل تشبعاً عند استعمالها فى hydroxylation (إضافة الشق الهيدروكسيلى).

تفيد التفاعلات المؤدية لإنقسام السلسلة فى التعرف على عدد الروابط المزدوجة فى جزىء الحمض الدهنى . وعادة تجرى الأكسدة باستعمال فوق منجنات بوتاسيوم . فتفاعل البرمنجنات فى محلولها القلوى على درجة حرارة مرتفعة مع الحامض الإيدروكسيلى الناتج من حامض الأوليك ينتج أملاح أحماض الأوكتانويك والسوبريك والأوكساليك . بينما استعمال البرمنجنات فى وسط حمضى لهذا التفاعل ينتج حمضا النونانويك nonanoic والأزيليك azelaic

بتفاعل الأحماض الدهنية غير المشبعة أو إستراتها مع الأوزون تنتج أوزونيدات

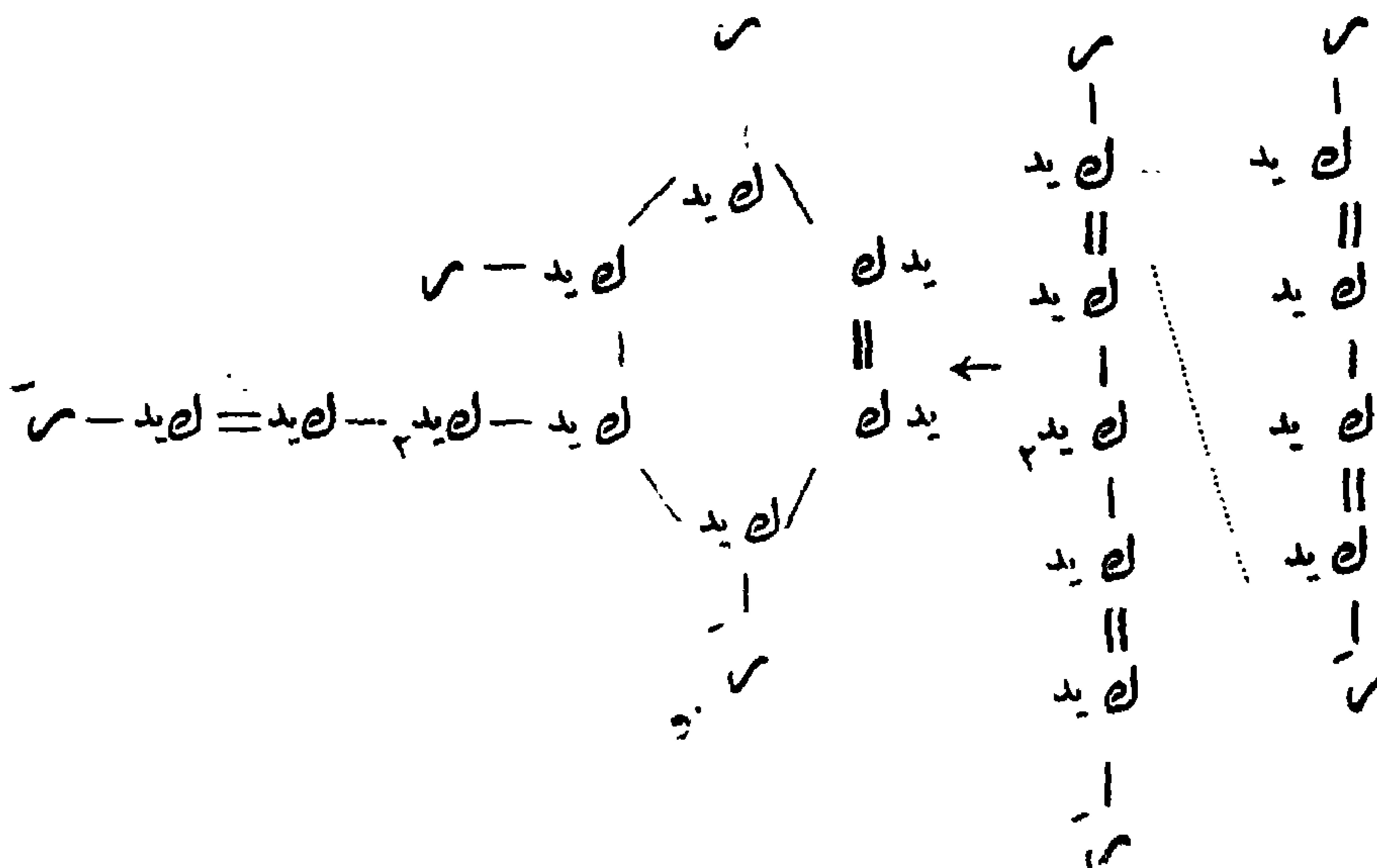
وهذه بتحللها مائياً تظهر ناتجات انقسام السلسلة . فحامض الأولييك ينتج حمض نونانويك وهو أحادى الكربوكسيل وحمض أزيليك الثنائى الكربوكسيل والنونانال nonanal وهو الدهيد وحمض الفورميلوكتانويك وهو حامض الدهيدى ω-formyloctanoic .

وعند الرغبة فى تحويل المركبات ذات مجموعتى الإيدروكسيل فى وضع متجاور أى الألفاجليكولات إلى الدهيدات قصيرة السلسلة بدون التأثير على الروابط المزدوجة فى الجزىء يستعمل حمض فوق الأيوديك أو رابع خلات الرصاص .

٢٢ — تجمع السلاسل الأوليفينية بالحرارة :

تتحد استرات الأحماض الدهنية المتعددة الروابط المزدوجة ببعضها بتأثير حرارة التسخين . وتتم البلمرة polymerizatio بسرعة فى حالة الروابط المزدوجة المتبادلة . ولهذه العملية أهمية صناعية إذ تستعمل فى عملية تهليم قوام الزيوت الجافة وهى المعروفة باسم stand-oil treatment . **معاملة الزيت الجفوف المكثف (المبلمـــر بالتسخين).**

ويعتقد ان تجمع الجزيئات يسببه تغير أوضاع الروابط غير المشبعة إذ تصبح هذه متبادلة . ويتحد المركب المتكون مع آخر به روابط غير مشبعة متبادلة أو غير متبادلة على السواء . مثال ذلك اتحاد مركب به رابطتان زوجيتان diene فى وضع متبادل مع آخر به رابطتان زوجيتان ليستا فى وضع متبادل :



يتضح من ذلك أن مدى تجمع الميثايل لينوليات ذات الوضع cis-cis بافتراضه وحدة ، فإن الإسترات القابلة له والتي بها الروابط المزدوجة في وضع متبادل تكون ٥٫٨ المركبات ذات الوضع مجاور - عبر و ٢٦ للمشابهات ذات الوضع عبر - عبر . وفي المركب المحتوى على ثلاث روابط مزدوجة في وضع متبادل عبر - عبر - عبر يكون العدد ٣٤٠ مشابهاً ، بينما في المركب ذى الثلاث روابط مزدوجة غير المتبادلة والوضع cis ، cis ، cis يكون العدد ٢٫٤ (مجاور - مجاور - مجاور) .

٢٣ — هدرجة السلاسل الأوليفينية :

يدخل الإيدروجين في سلاسل الدهن غير المشبعة عند الروابط غير المشبعة بسهولة في حالة استعمال عوامل ملامسة مناسبة . وتعتبر هذه أسهل الطرق العملية لتقدير درجة عدم التشبع .

يجرى التفاعل بين الدهن في الحالة السائلة والإيدروجين الغازى في وجود النيكل المجزأ الذى يرسب عادة على مادة مناسبة تحمله مثل التراب الدياتومى ، على درجة حرارة تتراوح بين ٩٠ ، ٢٣٠° مئوية وتحت ضغط يتراوح بين صفر ، ١٠ ضغط جوى . ويمكن استعمال البلاتين أو البلاديوم في تجارب الهدرجة العملية على نطاق ضيق . ويتحتم استعمال عامل الملامسة في صورة دقيقة مجزأة وأن تقلب المكونات باستمرار ، نظراً لعدم تجانسها . وترجع أهمية الضغط المرتفع إلى تحقيق زيادة ذوبان الإيدروجين في الدهن السائل .

في حالة عدم اكتمال الإختزال يلاحظ أن الروابط المزدوجة تتشبع أولا قبل أن تتكون كمية ملموسة من المركبات المشبعة تماماً . وهذا لا ينطبق على زيوت الأسماك فهى لا تخضع للهدرجة الإختيارية . وتتكون مشابهات عدة أثناء الهدرجة الإختيارية ، خصوصاً التحولات من الوضع المجاور إلى الوضع المقابل ، وكذلك مشابهات الوضع position isomerization حيث تتحرك الروابط المزدوجة تجاه المجموعة الإستيرية أو بعيداً عنها . ويبدو أن فعل الملامسة يرجع إلى ارتباط كل من الدهن والإيدروجين بعامل الملامسة لتكوين مركب وسط ، وليس إلى خاصية الإدمصاص الطبيعى .

فى هدرجة إسترات الألكيل النقية ، مثل أوليات الميثايل ولينوليات الميثايل ولينولينات الميثايل وأوليوستيارات الميثايل ، يلاحظ أنه فى حالة أوليات الميثايل تتكون بوفرة وبسرعة المشابهات ذات الوضع المقابل كما تتكون بعض مشابهات الوضع . وبالنسبة إلى لينوليات الميثايل يلاحظ أسبقية تشبع الرابطة المزدوجة بين ذرتى الكربون ١٢ ، ١٣ على تشبع الرابطة المزدوجة بين ذرتى الكربون ٩ ، ١٠ . بل ويلاحظ أيضاً أن جميع الروابط المزدوجة تتشبع أولا ، أى تتحول المركبات ذات الرابطتين المزدوجتين dienes أولا إلى مركبات ذات رابطة واحدة monoenes ، قبل أن يتحول جزء ملموس من الأخيرة إلى إستر استياريك . والإستر المشبع المتكون معظمه إلايديك . وفى هدرجة اللينولينات تتكون مشابهات بالنظام الموضع مع اللينوليات والأوليات ، وزيادة على ذلك يلاحظ أنه فى الإختزال الجزئى يتكون مخلوط من dienes مع monoenes وتكون النسب حوالى ٥٠ فى المائة مشابهات بها رابطة مزدوجة واحدة بين ذرتى الكربون ٩ ، ١٠ ورابطة مزدوجة واحدة بين ذرتى الكربون ١٥ ، ١٦ ؛ و ٢٥ فى المائة بها رابطتين مزدوجتين بين ذرتى الكربون ٩ ، ١٠ ثم ١٢ ، ١٣ ؛ و ٢٥ فى المائة بها الرابطتين الزوجيتين بين ذرتى الكربون ١٢ ، ١٣ ثم ١٥ ، ١٦ . وهذا التوزيع يوضح أسباب تضاعف سرعة تفاعل اللينولينات بالنسبة للينوليات ، بينما الأخيرة سرعة تفاعلها تعادل عشرين مرة قدر تفاعل الأوليات .

وهذا التفسير أساسه أن المجموعة الميثيلينية (— ك يد$_{2}$ —) التى يحيطها رابطتان مزدوجتان تكون شديدة الفاعلية . وهذا يفسر أيضاً المدرجة الإختيارية حيث تسبق المدرجة فى النظام — ك يد = ك يد — ك يد$_{2}$ — ك يد = ك يد — نظيرتها فى المركبات ذات الروابط الثنائية التى يفصلها عن بعضها أكثر من مجموعة ميثيلينية — ك يد$_{2}$ — . وطبقاً لذلك تكون اللينولينات أبطأ تفاعلا نسبياً ، وكذلك تكون زيوت الأسماك عديمة الأكسدة الإختيارية نظراً لاحتوائها على أكثر من مجموعة — ك يد$_{2}$ — تفصل الروابط المزدوجة عن بعضها فى هذه الزيوت .

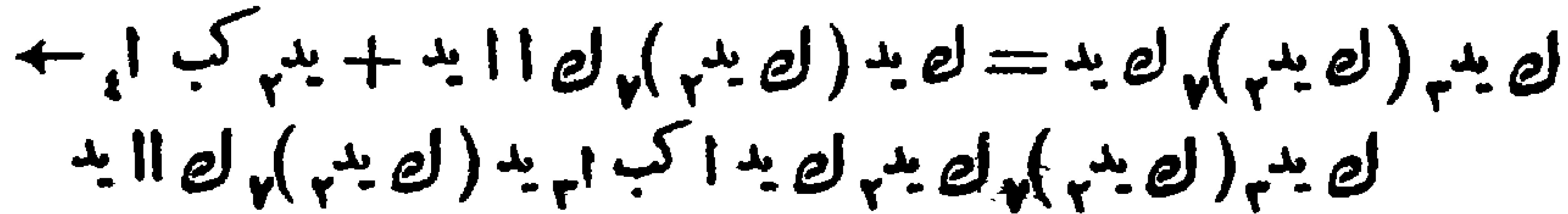
تفضل المدرجة الاختيارية فى صناعة الزيوت الغذائية المهدرجة لأن هذا يكسب الدهن ثباتاً وجودة فى صفاته الطبيعية ، كما أن صناعة الصابون يفضل فيها المدرجة

الإختيارية لضمان جودة التحول إلى beta-phase soap ، وإنتاج صابون جيد الفعل كعامل ملامسة فى صناعة المطاط الصناعى ، وتقليل القابلية للتزنخ فى الصابون وتكون المشابهات بصفة عامة ليس مرغوبا فى صناعة الدهون الغذائية ومنتجات الصابون . وليس من السهل الحصول على الحالة الإختيارية المرغوبة ، فى المدرجة وفى نفس الوقت تقليل تكوين المشابهات ، لذلك تحدد الظروف المناسبة ويتحصل عليها بالتحكم فى عامل الملامسة وظروف التفاعل .

فى طريقـــة للهدرجة تعرف باسم المـدرجة المترافقية conjugated hydrogenation لا يستعمل غاز الإيدروجين ولـكن يعتمد فى المدرجة على نقل الإيدروجين من كحول مناسب إلى المركب غير المشبع وتكوين ألدهيد .

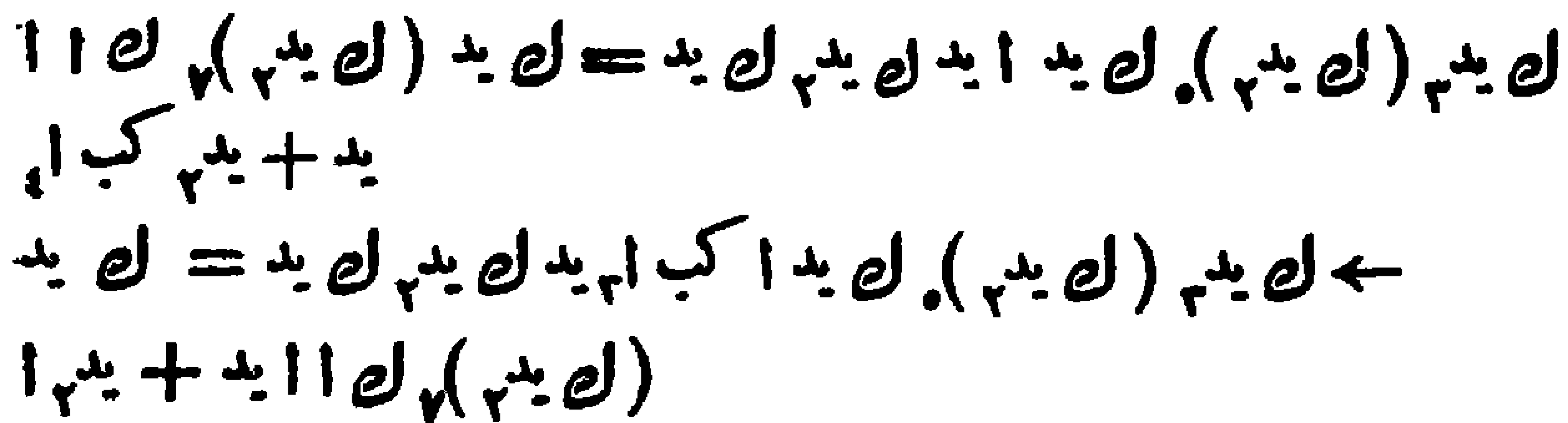
٢٤ — إضافة مجموعة كب ا٣ فى السلاسل الأوليفينية :

يتحد حامض الـكبريتيك المركز بالأحماض الدهنية غير المشبعة عند الروابط المزدوجة ، وكذلك بجليسريداتها وإستراتها ، لتكوين استرات حامض الـكبريتيك ويمثل تفاعل السلفنه sulfation بما يلى :



٢٥ — تفاعلات السلاسل الايدروكربونية ذات الاحلال :

من أمثلة هذه التفاعلات، تحول الأحماض الإيدروكسيلية مثل حامض الريسينوليك إلى استرات حامض الـكبريتيك بالمعاملة بحامض كبريتيك مركز :



والمثال الآخر هو pyrolysis حمض الريسينوليك أو تجفيفه أو انصهاره مع القلوى (الانحلال الحرارى).

٤٥٠ — ٦٠٠°م

ك يد$_{٣}$(ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك يد ا يد ك يد$_{٢}$ ك يد = ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٧}$ ك اا يد ———←

انحلال حرارى

ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك يد ا + ك يد$_{٢}$ = ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٨}$ ك اا يد

ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك يد ا يد ك يد$_{٢}$ ك يد = ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٧}$ ك ا ايد

٢٢٥ — ٢٥٠°م ، عامل ملامسة

ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك يد = ك يد ك يد= ←————

تجفيف

ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٧}$ ك اا يد + ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٤}$ ك يد = ك يد ك يد$_{٢}$ ك يد =

ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٧}$ ك اا يد

ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك يد ا يد ك يد$_{٢}$ ك يد = ك يد (ك يد$_{٢}$)$_{٧}$ ك اا يد

٢٢٠°م

ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك ا ك يد$_{٣}$ + يد ا ك يد$_{٢}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٨}$ ←————

انصهار (اندماج مع قلوى)

٢٤٠°م

ك اا يد ←— ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{٥}$ ك يد ا يد ك يد$_{٣}$ + يد اا ك (ك يد$_{٢}$)$_{٨}$ ك اا يد

تركيب بعض الدهون والزيوت المعروفة :

يبين الجدول التالى النسب المئوية بالوزن للأحماض الدهنية فى بعض الدهون والزيوت ذات الوزن الجزيئى المنخفض :

الزيت أو الدهن		النسبة المئوية بالوزن للحامض الدهنى										
		بيوتريك	كابرويك	كابريليك	كابريك	لوريك	ميرستيك	بالمتيك	ستياريك	بالمتوليك	أوليك	لينوليك
زبد	Butterfat	٣	٢	١	٢	٣	١٠	٣٠	١١	٥	٣٠	٣
زيت ثمار البلح	Palmkernel oil	•	—	٣	٧	٤٧	١٤	٩	١	—	١٨	١
	Babassu oil	•	—	٧	٣	٤٥	١٨	٧	١	—	١٨	١
	Cohune oil	•	—	٧	٧	٤٥	١٨	٩	٣	—	١٠	١
زيت جوزهند	Coconut oil	•	—	٧	٧	٤٦	١٩	١٠	٢	—	٨	١

ويبين الجدول التالى النسب المئوية بالوزن للأحماض الدهنية فى بعض الدهون والزيوت ذات الوزن الجزيئى المرتفع :

الزيت أو الدهن		ميرستيك	بالمتيك	ستياريك	أراكيديك	ك٢٠ + ك٢٢ مشبع	بالميتوليك	أوليك	لينوليك	لينولينك	ك٢٠ + ك٢٢ غير مشبع
		النسب المئوية بالوزن للحامض الدهنى									
بزر الكتان	Linseed	—	—	٩	—	—	—	٢٣	٢٠	٤٨	—
سردين (سمك)	Sardine	٥	١٥	٣	—	—	١٢	١٠	١٥	—	٤٠
منهيدن	Menhaden	٥	١٥	٣	—	—	١٥	٢٥	٥	—	٣٢
قرطم	Safflower	—	٥	١	١	—	—	٢٠	٧٠	٣	—
خشخاش	Poppyseed	—	٥	٣	—	—	—	٣٠	٦٢	—	—
فول صويا	Soybean	—	٩	٢	١	—	—	٣٢	٥٣	٣	—
عباد شمس	Sunflower	—	٥	٢	١	—	—	٣٥	٥٧	•	•
ذرة	Corn	—	٦	٢	١	—	—	٣٧	٥٤	•	•
الحوت	Whale	٥	١٥	٣	—	—	١٥	٣٥	١٠	—	١٧
سمسم	Sesame	—	٨	٣	١	—	—	٤٧	٤١	•	•
بذرة قطن	Cottonseed	١	٢١	٢	١	—	—	٢٥	٥٠	•	•
بزر اللفت	Rapeseed	—	١	١	—	١	—	٢٢	٢٢	٣	٥٠
رجيع أرز	Rice bran	—	١٦	٤	—	—	—	٤٦	٣٤	•	•
لقبك	Kapok	—	١٠	٨	١	—	—	٤٨	٣٣	•	•
فول سودانى	Peanut	—	٨	٤	٣	٥	—	٥٥	٢٥	•	•
بزر الشاى	Teaseed	—	٨	٢	—	—	—	٨٢	٨	•	•
زيتون	Olive	١	٩	١	١	—	—	٨٠	٨	•	•
شحم خنزير	Lard (outer)	١	٢٦	٦	—	—	٣	٥٢	١٢	—	—
شحم خنزير خارجى	Lard (leaf)	١	٢٨	٨	—	—	٢	٥٦	٥	—	—
نخيل	Palm	٢	٤٢	٤	—	—	—	٤٢	١٠	•	•
دهن بقرى	Tallow	٢	٣٢	١٥	—	—	—	٤٩	٢	•	•
دهن أغنام	Tallow	٢	٣٤	١٩	—	—	—	٤٣	٢	•	•
زبد كاكاو	Cocoabutter	—	٢٥	٣٥	—	—	—	٣٨	٢	•	•

اختبارات الزيوت والدهون :

فى اختبـــارات وتحليل الزيوت والدهون ومتخلفاتها كالكسب والرجيع ومصادرها يجب أن يعتنى بأخذ عينات متجانسة تماماً . ويتبع فى التحليل الطرق العلمية المعترف بها دولياً وهى الطرق المنسوبة إلى :

The Official Methods of the American Oil Chemists' Society "AOCS"

The Association of Official Agricultural Chemists "AOAC"

American Society for Testing Materials "ASTM"

Fat Commission of the International Union of Pure and Applied Chemistry "I F C"

Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft e.V. "D G F"

وتقسم طرق اختبارات الزيوت والدهون إلى :

(ا) أخذ عينات متخلفات البذور الزيتية .

(ب) تحليل الزيوت والدهون التجارية .

(جـ) أخذ عينات الصابون ومنتجاته وتحليلها .

(د) أخذ عينات الجليسرين وتحليلها .

(هـ) تحليل الزيوت المكبرتة sulfonated and sulfated (المتكبرتة) والمسلفتة .

(و) أخذ عينات Soapstock وتحليلها .

(س) Specs .

(ص) الخواص الطبيعية والكيمائية للزيوت والدهون والشموع .

(ل) تحليل الليسيثين .

(م) تحليل الزيوت الجافة .

(ن) أخذ عينات الأحماض الدهنية التجارية وتحليلها .

(ى) اختبار الجواهر الكشافة والمواد والأجهزة .

وعادة يكتفى بإجراء اختبارات معينة على الزيت أو الدهن تفى بالغرض وتغنى عن التحليل الكامل . فمثلا فى صناعة المسلى النباتى يكتفى بتقدير معامل الإنكسار للتعرف على مدى سير عملية الهدرجة . والمثال الآخر اختبار الدهن البقرى المستعمل فى صناعة الصابون ، فيكتفى بتقدير اللون والرائحة والرطوبة والشوائب غير الذائبة والجزء غير المتصبن . أما فى البحوث العملية فتقدر الأحماض الدهنية وتركيب الجليسريد ونسبة وطبيعة المواد غير الجليسريدية .

وأهم اختبارات الزيوت والدهون هى :

١ — قيمة الاستيل Acetyl value : (قيمة الخليل) :

وهى تتعلق بتقدير مجموعات الإيدروكسيل الحرة التى توجد فى الدهن الطبيعى أو الصناعى ، كما فى زيت الخروع والجليسريدات الأحادية . وتعتمد طريقة التقدير على تحويل مجموعات الإيدروكسيل إلى إسترات بتفاعلها مع أندريد الخليك ، ثم تقدر كمية الجوهر الكشاف المتفاعلة أو التى لم تدخل فى التفاعل . وقد تقدر كمية أندريد الخليك التى لم تدخل فى التفاعل فعلا . وفى طريقة أخرى يعامل الدهن بالخلات acetylated ، ويقدر رقم التصبن على العينة المعاملة ، والعينة التى لم تدخل التفاعل .

وتحسب قيمة الأستيل منسوبة للدهن الذى دخلته الخلات ، اما فى حالة نسبتها إلى الدهن الكلى قبل التفاعل فتعرف النتيجة «بقيمة الإيدروكسيل» .

٢ — قيمة الحامض Acid value : (القيمة الحمضية) :

وهى تقدير لكمية الأحماض الدهنية الحرة فى الزيت أو الدهن . فهى عدد ملليمترات إيدروكسيد البوتاسيوم التى تلزم لمعادلة الأحماض الدهنية الحرة فى جرام واحد من العينة .

٣ — الرماد ash :

وهو يدل على الأملاح المعدنية الموجودة كشوائب فى الدهن . ويقدر الرماد

يحرق الدهن على درجة حرارة ٥٢٥° مئوية للتخلص من المواد العضوية تماماً ، ثم يوزن الرماد المتبقى .

٤ — اختبار باودوين Baudoin test :

وفيه يغلى الدهن مع حامض كلوردريك مركز ، ثم تضاف بضع نقط من محلول الفورفورال فى الكحول ، فإذا ظهر لون أحمر دل ذلك على وجود زيت السمسم فى العينة .

٥ — طريقة برترام Bertram method :

وفيها تقدر النسبة المئوية للأحماض الدهنية المشبعة بأكسدة الجزء غير المشبع فى مخلوط الأحماض . وتجرى الأكسدة بواسطة محلول برمنجنات بوتاسيوم قلوى على درجة حرارة متوسطة فى وسط مائى قليل القلوية . فتحت هذه الظروف لا تتأثر الأحماض الدهنية المشبعة ، بينما تتكسر الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى أحماض أصغر . وهذه الأحماض المشبعة تفصل بالترسيب فى صورة أملاح مغنسيوم والترشيح ، وذلك بعد قصر لون المحلول بإضافة ثانى كبريتيت الصوديوم والتحميض بحامض كبريتيك مخفف . ويعطى التقدير نتائج مقبولة ، بشرط عدم احتواء الدهن على حمض لوريك ، وأى أحماض دهنية مشبعة أصغر من حمض اللوريك ، وكذلك قلة كمية حامض الميرستيك وعدم وجود نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة بخلاف أحماض الأوليك واللينوليك واللينولنك .

٦ — اختبار التبييض Bleach test : (القصر) :

وفيه تسخن عينة الدهن إلى درجة ١٠٥° مئوية للتخلص من معظم الرطوبة ، ثم تضاف كمية محددة من مادة التبييض كالفحم الحيوانى أو تراب القصار أو غيرها . ويقلب المخلوط لمدة خمس دقائق على درجة حرارة ثابتة تتراوح بين ١٠٠ ، ١٠٥° مئوية . ومن الأفضل إجراء الترشيح خلال قمع ساخن .

٧ — كشف الزيوت المغلاة Boiled oils detection :

ويجرى الاختبار بإضافة محلول محضر بإذابة أنيلين وبروم فى رابع كلوريد

الكربون ، فى حالة ظهور لون بنى يدل ذلك على وجود زيت مغلى ، إذ أن الزيت الخام لا يتغير لونه .

٨ — كشف المذيبات الكلورية Chlorinated solvents detection :

يكشف عن وجود المذيبات الكلورية باختبار بايلشتاين Beilstein test فتسخن نقطة من العينة على سلك نحاسى فى لهب بنزن ، ويلاحظ تلون اللهب بلون أخضر يدل على وجود كلوريد النحاس الذى مصدره وجود مذيبات كلورية .

٩ — الادمصاص الكروماتوجرافى Chromatographic Adsorption :

والتحليل الكروماتوجرافى معروف منذ عام ١٩٠٦ حين استعمله Tswett لفصل المواد الملونة من أوراق النباتات ، وقد انتشرت هذه الطريقة بعد أن استعملها Kuhn عام ١٩٣١ لفصل الكاروتينات . والطريقة القديمة تتلخص فى صب محلول المواد المراد فصلها فى عامود مملوء عادة من مواد الإدمصاص ، مثل مسحوق أكسيد الألومنيوم .

فبمرور المحلول فى العامود تدمص المواد الذائبة فى المحلول فى مناطق مختلفة من عامود الإدمصاص ، إذ يتحدد مكان المادة على العامود بقدرة إدمصاصها ، فالمادة التى تدمص بشدة توجد فى قمة العمود ويليها مادة أخرى أقل ادمصاصاً وهكذا . وهذه الطبقات ، أى مناطق الادمصاص قد تكون ملونة ، كما فى حالة ادمصاص الصبغات النباتيه الملونة والتى كان سبباً فى تسمية هذه الطريقة للتحليل بالإدمصاص الكروماتوجرافى . ومن المفيد فى فصل المواد إمرار مذيب نقى فى العمود . ويمكن الحصول على المواد المدمصة بتكسير العمود واستخلاص كل مادة من طبقتها .

ومن الطرق الحديثة فى تحليل الدهون الآن التحليل الكروماتوجرافى الورقى والغازى .

١٠ — نقطة التعكير Cloud point : (التغيُّم)

وهى درجة الحراره التى عندها يبدأ ظهور تبلور المواد ذات درجة الانصهار المرتفعة الموجودة فى الزيت عند تبريده تحت ظروف محددة .

١١ — اللون Colour :

فيقدرلون عينة الدهن بمقارنتها بألوان قياسية معروفة القيمة ، وكثيراً ما يقدر ذلك بطرق التحليل الضوئى الطيفى Spectrophotometry . ومن أشهر الأجهزة المستعملة فى هذا الاختبار جهاز وسون Wesson colorimeter وفيه يقارن لون الزيت أو الدهن المسيح بألوان شرائح زجاجية قياسية حمراء وصفراء تعرف باسم ألواح لوفيبوند Lovibond units .

فى حالة تقدير ألوان الشحوم والدهن الحيوانى تستعمل وحدات FAC الملونة ، فتسيح العينة وترشح ويستقبل الراشح فى أنبوبة زجاجية عديمة اللون ، ويقارن اللون بأقرب لوح ملون يضاهى العينة فى لونها .

ومن الطرق المستخدمة بكثرة فى تقدير ألوان المواد الدهنية المستعملة فى الطلاء طريقة Gardner وفيها يقارن لون العينة بألوان ثمانية عشر محلول قياسى ملون محضرة من كلوريد الحديديك وكلوريد الكوبلت وحامض الكلوردريك والكلوروبلاتينات Chloroplatinate .

١٢ — الأحماض المكونة للزيت أو الدهن :

لفصل الأحماض الدهنية يصبن الدهن بإضافة البوتاسا الكاوية فى الكحول ، وتزال المادة غير المتصبنة ، فى حالة وجودها بنسبة كبيرة نوعاً فقط ، باستخلاص محلول الصابون بالإيثير . يحمض محلول الصابون بحامض معدنى وتستخلص الأحماض الدهنية . وتفصل الأحماض الدهنية المشبعة عن غير المشبعة بالتبلور على درجة حرارة منخفضة من مذيب ، أو بفصل صابون الرصاص من المذيب المناسب. وتفصل الأحماض المختلفة عن بعضها فى طول السلسلة بالتقطير الجزئى بعد تحويل الأحماض إلى إسترات ميثيلية . وقد يستعمل التقطير فى البخار لفصل الأحماض الطيارة ذات الوزن الجزيئى المنخفض من الدهون .

وتؤدى عملية التقطير إلى فصل حوالى ٢٥ إلى ٥٠ إستر قريبة من بعضها . وهذه يمكن التعرف على نسب محتوياتها من الأحماض الدهنيه بالمقارنة بالعدد اليودى ومكافىء التصبن ونتائج التحليل الطيفى بالأشعة فوق البنفسجية بعد حدوث التشابه الضوئى القلوى .

١٣ — فصل الجليسريدات :

يمكن تمييز وفصل جليسريدات الدهون بالتبلور الجزئي من مذيبات مناسبة . وتتبع طريقة هلدتش وليا لفصل الجليسريدات التامة التشبع ، فيذاب الدهن في الأسيتون ويؤكسد هذا المحلول بيرمنجنات البوتاسيوم فتتأكسد الجليسريدات المحتوية على شق حامضي غير مشبع أو شقين ، أما الإسترات التامة التشبع فلا تتأثر .
ويمكن التعرف على نوع وكميات الجليسريدات في الدهن بتجميع نتائج المدرجة الجزئية والأكسدة والمعاملة بالبروم والبلورة من المذيبات ، وقد تستبدل البلورة من المذيبات بالفصل بالتوزيع بين سائلين لا يمتزجان .

١٤ — نقطة التجلد congeal point (نقطة الانعقاد ، نقطة التجمد)

تبرد عينة الزيت أو الدهن تحت ظروف محددة ، ويستمر في التقليب حتى يبدأ تجمد العينة ، ثم يوقف التقليب والتبريد ، ويبدأ في تسجيل الارتفاع في درجة الحرارة . وتعرف درجة الحرارة القصوى التي يتحصل عليها بنقطة التجلد .

١٥ — تقدير الروابط غير المشبعة المتبادلة conjugated unsaturation (الاقترانية) :

أفضل الطرق لتقدير الروابط غير المشبعة المتبادلة هي باستخدام التحليل الضوئي الطيفي في نطاق الأشعة فوق البنفسجية . وهناك طرق كيميائية لهذا الاختبار أيضاً منها طريقة كاوفمان وبولتس لتقدير diene number ، وطريقة أليس وجونز لتقدير قيمة أندريد الماليك maleic anhydride ، وفي كلي الطريقتين يستعمل تفاعل Diels — Alder المبنى على أساس تفاعل أندريد الماليك كمياً مع الروابط الثنائية الاقترانية .

في طريقة Kaufmann and Baltes تذاب العينة في الأسيتون وتسخن مع كمية وفيرة من أندريد الماليك في أنبوبة محكمة القفل لمدة عشرين ساعة على درجة ١٠٠° مئوية ، وفي نهاية المدة تقدر كمية أندريد الماليك التي لم تدخل في التفاعل بالتعادل بمحلول إيدروكسيد صوديوم قياسي .

وفي طريقة Ellis and Jones يغلى الدهن تحت مكثف عاكس مع كمية وفيرة من أندريد الماليك الذائب في التلوين لمدة ثلاث ساعات . ويستخلص القدر من أندريد الماليك الذي لم يدخل في التفاعل بالماء ، وتقدر كميته بالتعادل بمحلول

صودا كاوية قياسى . وهذه الطريقة لا يعتمد عليها فى حالة احتواء الدهن على أحماض إيدروكسيلية . وقيمة أندريد السـاليك النظرية لثلاثى الأليوستيارين trieleostearin هى ٨٧٫٢ .

١٦ — الثبات Consistency :

ولتقديرها توجد عدة طرق فيهـا تقاس القوة اللازمة لدفع إبرة أو مخروط فى العينة تحت ظروف محددة .

١٧ — الكثافة Density :

يتفاوت الوزن النوعى للزيوت والشموع بين ٠٫٨٨ ، ٠٫٩٩ . وتقدر الكثافة أو الوزن النوعى بواسطة الإيدرومتر أو الميزان الهيدروستاتيكى أو قنينة الكثافة . ولا تتفاوت عينات الدهون كثيراً فى أوزانها النوعية ، ولذلك فهذا التقدير لا يلقى أهمية تذكر .

١٨ — Dilatometry قياس التمدد (قيـــــاس نقط تحول السائل بمراقبـــة تمدده) (مقياس تمدد السوائل):

عند درجة حرارة محددة يلاحظ أن الجليسريدات ذات كثافة مرتفعة فى الحالة الصلبة عنها فى الحالة السائلة . ويعتمد على هذه الظاهرة فى تقدير نسبة المادة الصلبة فى الدهن المحتوى على جزء صلب وجزء سائل ، وذلك بملاحظة التغير فى الحجم بتغير درجة الحرارة . ويقدر هذا التغير بجهاز (ديلاتومتر) المكون من قاعة زجاجية متصلة بأنبوبة مدرجة . ويجرى التقدير بحجز العينة تحت سائل مناسب ، ويقدر الحجم عند درجات حرارة مختلفة وتحدد العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة بالرسم البيانى . ويفيد هذا الاختبار فى الاسترشاد بنتائجه للتحكم فى قوام وثبات المرجرين أو المسلى النباتى .

١٩ — تفاعل حمض الإيلايديك Elaidinization reaction :

ويستعمل هذا التفاعل مع تفاعل آخر فى التقدير الـكمى التقريبى لحمض

الأوليك . فتعامل العينة بجوهر Poutet's reagent لتكوين حمض الإلايديك ، ثم تفصل الأحماض المشبعة وحمض الإلايديك بطريقة الرصاص والملح والكحول المعدلة :

Cocks, Christian and Harding's modified lead-salt-alcohol method

وبتقدير العدد اليودى على الجزء غير الذائب تدل النتيجة على كمية حامض الإلايديك الموجودة . ويجب ضرب نتيجة التقدير كنسبة مئوية فى $\frac{١٠٠}{٦٦,٧}$ لمعرفة النسبة المئوية للحامض الكلى فى العينة نظراً لأن ثلثى كمية حامض الأوليك فقط هى التى تتحول إلى حامض الإلايديك .

٢٠ — تقدير مجاميع الايبوكسى Epoxy groups :

وهذا التقدير يتضمن تفاعل حامض الكلوردريك لفصل حلقة oxirane وتقدر كمية الحامض التى لم تدخل فى التفاعل بالتعادل ، ومن نتيجة التعادل تقدر مجموعات epoxy .

٢١ — تقدير نسبة الدهن :

هناك طرق متعددة لتقدير الدهن أو الزيت فى مصادرها ، ففى إحدى الطرق يطحن جزء من العينة فى طاحونة مناسبة ويستخلص منه الزيت بمذيب مناسب على درجة حرارة مرتفعة ، أو يعصر منه الزيت . وتستخدم طريقة اختبار بابكوك Babcock فى حالة اللبن ومنتجاته ، وفى هذه الطريقة يضاف للعينة حامض كبريتيك لكسر المستحلب ، ويجرى هذا الاختبار فى دوارق خاصة مدرجة العنق ، حيث يسمح ذلك بقراءة حجم الدهن المنفصل .

٢٢ — نقطة الإنسياب Flow point (التسييل) :

وهى تقدر باستعمال وعاء به ترمومتر ، فيسخن الدهن الصلب تدريجياً حيث يلين الدهن ثم ينساب متساقطاً خلال فتحة . وتدون درجة الحرارة التى عندها يكون الدهن نتوءاً بارزاً نصف كروى الشكل عند الفتحة ، فهذه الدرجة تسمى

نقطة الإنسياب . كذلك تسمى درجة الحرارة التى عندها تسقط أول قطرة دهن من الوعاء بنقطة السقوط drop point (التسيل) ؛

٢٣ — تقدير الأحماض الدهنية الحرة :

ويجرى ذلك بتقليب كمية محددة من عينة الزيت أو الدهن فى كحول الإيثايل أو كحول البروبايل المشابه ، وتعادل الأحماض الدهنية الحرة بواسطة محلول قلوى قياسى . ويستعمل الفينولفثالين كدليل . ولكن الثيمولفثالين وأزرق الثيمول يفضلان الفينولفثالين فى حالة العينات ذات اللون الداكن . ويلاحظ أنه فى حالة استعمال كحول الإيثايل ينفصل السائل إلى طبقتين بسبب عدم ذوبان الجليسريدات ، فيما عدا زيت الخروع والدهون المشابهة له . أما فى حالة استخدام كحول البروبايل المشابه فلا يظهر إنفصال للسائل . وعادة تحسب نتيجة التقدير فى صورة حمض أوليك أو بالمتيك أو لوريك .

٢٤ — تقدير الجليسرين :

ويجرى ذلك بطرق متعددة أشهرها :

(ا) الأكسدة بثانى كرومات البوتاسيوم وحامض الكبريتيك أو حامض فوق اليوديك .

(ب) طريقة الأسيتين acetin process .

(حـ) طريقة يوديد البروبايل المشابه .

(د) استخلاص الجليسرين أو تقطيره .

وأهم هذه الطرق الشهيرة هى طريقة الأسيتين وطريقة ثانى الكرومات ، والأولى تناسب محاليل الجليسرين المركزة بينما الأخيرة تناسب المحاليل المخففة . وتعتمد طريقة الأسيتين على إجراء عملية الأستلة لاستبدال مجموعات الإيدروكسيل ثم تحليل ثلاثى الأسيتين المتكون تحليلا مائياً قلوياً بعدها تعادل الزيادة المتبقية من المحلول القلوى القياسى المستخدم فى التحليل المائى .

أما فى طريقة تانن الكرومات فيؤكسد الجليسرول ومعه بعض المواد الأخرى القابلة للأكسدة ، ولذلك فدقة هذه الطريقة تتوقف على مدى انخفاض كمية هذه المواد الأخيرة .

٢٥ — اختبار هالفن Halphen test :

وهو اختبار يستعمل للكشف عن وجود زيت بذرة القطن وزيوت Kapok ولإجراء الإختبار يغلى الزيت مع حجم مماثل له من كحول البوتايل أو مخلوط من كحولى الأميل والإيثايل . ثم يضاف للمحلول الساخن كمية مماثلة من ثانى كبريتيد الكربون المحتوى على إثنين فى المائة كبريت حر . يلى ذلك تبخير الزيادة من ثانى كبريتيد الكربون على حمام مائى ، وبعدها يسخن المخلوط لمدة ثلث ساعة فى حمام محلول ملحى مركز يغلى . ويظهر لون أحمر أو برتقالى مميز فى وجود نسبة من زيت بذرة القطن ولو ضئيلة تبلغ واحد فى المائة . ويمكن التعرف على نسبة زيت بذرة القطن بمقارنة النتيجة بنظيرها على عينة معروف نسبة زيت بذرة القطن بها . وهذا الإختبار يعطى نتيجة إيجابية أيضاً على دهن الحيوان الذى يغذى على عليقة محتوية على بذرة قطن . ونتيجة الاختبار تكون سلبية فى حالة تسخين زيت بذرة القطن على درجة ٢٥٠° مئوية لمدة عشر دقائق على الأقل . كذلك تكون النتيجة سلبية أو يظهر لون باهت فى حالة هدرجة زيت بذرة القطن .

٢٦ — قيمة الهكسابروميد Hexabromide value :

عند معاملة الأحماض الدهنية بالبروم تحدث إضافات ، فيتكون ثانى بروميد فى حالة حامض الأوليك ورابع بروميد فى حالة حمض اللينوليك وسادس بروميد مع حامض اللينولينك وثامن بروميد مع الأحماض غير المشبعة ذات الأربع روابط مزدوجة . وجميع هذه المشتقات البروميدية يمكن عزلها عن بعضها بالاستفادة من اختلاف قابلية ذوبانها فى المذيبات العضوية . مثال ذلك سادس بروميد حمض اللينولنيك العسير الذوبان فى الإيثير العادى . لذلك تعامل الأحماض المختلطة فى محلول الإيثير بالبروم عند درجة عشرة تحت الصفر المئوى ، وتفصل الأحماض غير الذائبة بالترشيح ثم توزن . ويميز سادس البروميد بتقدير نقطة انصهاره وهى ١٧٦ إلى

١٨١° مئوية . وهذا المركب يذوب تماما فى محلول بنزين على درجة الغليان .
ولا تعتبر نتيجة هذا التقدير صحيحة كمياً إذ أن جزءاً من المركب يذوب فى الإيثير .

٢٧ — قيمة الإيدروجين Hydrogen value :

ويجرى هذا التقدير على الزيوت ذات الروابط المزدوجة المتبادلة ، فهذه بمعاملتها بغاز الإيدروجين وبالحرارة فى وجود عامل ملامسة مثل البلاديوم أو البلاتين أو النيكل تتم المدرجة بارتباط الإيدروجين فى جميع الروابط غير المشبعة . ويقدر النقص فى حجم الغاز كدليل على قيمة الإيدروجين التى تحسب فى صورة مكافىء اليود المقابل لها .

٢٨ — تمييز الأحماض الدهنية المشبعة :

ويجرى ذلك بتقدير نقطة إنصهارها ، وكذلك بتقدير الثوابت الطبيعية لها أو لمشتقاتها كالأميدات والأنيليدات والهيدرازيدات .

وقد تميز الأحماض المشبعة بناتجات التفاعل مع بعض المركبات مثل بروميدات الفيناسيل phenacyl bromides أو S-benzyl-isothiouronium chloride أو الأورثوفينيلين ثانى الأمين o-phenylene-diamine .

وتميز الأحماض الدهنية وحيدة الرابطة المزدوجة بتكوينها أحماضاً ثنائية الإيدروكسيل بأكسدتها بمحلول برمنجنات قلوى أو بحامض فوق فورميك performic acid .

٢٩ — كشف الشوائب غير الذائبة :

ويجرى ذلك بتجفيف العينة لتبخير الرطوبة ، ثم تهضم العينة بالكيروسين الساخن وترشح خلال بودقة جوتش مثبتة الوزن أو ورقة ترشيح موزونة ، ويغسل الراسب المتبقى فى ورقة الترشيح بالكيروسين الساخن أو بإيثير البترول . يلى ذلك تجفيف الراسب وورقة الترشيح حتى يثبت الوزن ، وتحسب نسبة الشوائب غير

الذائبة . ويلاحظ أن هذا الراسب يحتوى على جزء من الأحماض المؤكسدة ، وهذا يمكن إزالته بالغسيل بالإيثير العادى . وفى بعض الطرق الأخرى يستعاض عن الكيروسين وإثير البترول بمذيبات أخرى .

٣٠ — العدد اليودى Iodine number :

وهذا الثابت هو تقدير لمدى عدم التشبع ، إذ هو عبارة عن عدد جرامات اليود التى يمتصها مائة جرام من المادة الدهنية . وعادة يجرى التقدير فى وجود الكلور أو البروم أو عامل ملامسة مناسب لإسراع امتصاص اليود . ويجرى هذا التقدير بطرق متعددة ، أشهرها طريقتا Wijs و Hanus, . ففى طريقة وجس ، يستعمل كمية زائدة من اليود أحادى الكلوريد iodine monochloride الذائب . وتقدر الزيادة من المحلول التى لم تدخل فى التفاعل بإجراء التعادل بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم لمعرفة كمية محلول اليود التى دخلت فى التفاعل ، ومنها تحسب كمية اليود التى امتصت بعد تصحيح الكمية بإجراء اختبار بلانك . أما طريقة هانوس فتجرى بنفس الخطوات كالطريقة السابقة ، ولكن باستعمال محلول يود أحادى البروميد iodine monobromide . وبإجراء التقدير على عينة واحدة باتباع الطريقتين يلاحظ انخفاض نتيجة الطريقة الأخيرة عن نتيجة الطريقة الأولى .

فى طريقة كاوفمان Kaufmann يستخدم محلول بروم كحولى لإدخال الهالوجين فى جزىء الدهن . وفى طريقة Rosenmund-Kuhnhenn يستعمل محلول بروم وبيريدين وحامض كبريتيك مذابة فى حامض خليك ثلجى ، ويستغرق التفاعل خمس دقائق فقط . وتعتبر هذه الطريقة الأخيرة أكثر الطرق شيوعاً فى تقدير عدم التشبع فى المادة غير القابلة للتصبن ، وفى طريقة Hübl يستغرق التفاعل وقتاً طويلا ، وفيها يستخدم محلولان معاً : أحدهما يود فى الكحول والآخر كلوريد زئبقيك فى الكحول .

فى الزيوت المحتوية على روابط مزدوجة متبادلة مع روابط مشبعة مثل China wood (tung) oil يصعب تقدير عدم التشبع بدقة .

٣١ — اختبار ماكى Mackey test :

ويفيد هذا الاختبار فى تحديد صلاحية الزيت لصناعة النسيج إذ أن بعض الزيوت لا تصلح لهذا الغرض بسبب احتوائهـا على كمية كبيرة نسبياً من الأحماض الدهنية المنخفضة التشبع جداً التى تسبب الإحتراق عند التأكسد بأكسجين الجو . ويجرى هذا الاختبار بترطيب كمية محددة من وبر القطن بكمية محددة من الزيت ، ويعرض القطن لتيار من الهواء على درجة مائة مئوية لمدة ساعة . ويعتبر الزيت صالحاً لصناعة النسيج إذا لم يتجاوز الإرتفاع فى درجة الحرارة بضع درجات أو إذا كان ارتفاع درجة الحرارة فى نطاق معين .

٣٢ — نقطة الإنصهار Melting point :

ويجرى هذا التقدير بتسخين كمية قليلة من الدهن الصلب فى أنبوبة شعرية مقفلة من أحد طرفيها ، ويجرى التسخين بغمس طرف الأنبوبة المقفل والمحتوى على عينة الدهن فى حمام مائى ، ويثبت الترمومتر بجوار العينة . وتعتبر درجة الحرارة التى عندها يتحول الدهن إلى الحالة السائلة هى نقطة الإنصهار ، ويعرف ذلك بصفاء العينة ، وفى طريقة أخرى تعرف بطريقة وايلى Wiley ، يوضع قرص من الدهن فى مخلوط من الكحول والماء ويسخن حتى يأخذ القرص شكلا كروياً .

وليس للدهن درجة انصهار محددة لأنه عبارة عن جليسريدات مختلفة لكل منها درجة إنصهار مختلفة .

٣٣ — الإسترات الميثيلية :

تتكون الإسترات الميثيلية بأسترة interesterification الجليسريدات فى وجود عامل اللامسة ميثوكسيد الصوديوم . وتقدر هـذه الإسترات الميثيلية بتصبينها وتقطير كحول الميثايل وتقـدير الكحول المتقطر بمعاملته ببرمنجنات البوتاسيوم ثم معاملة ناتج الأكسدة بحامض الكروموتروبيك chromotropic acid وهو


1,8 -- dihydroxynaphthalene-3,6-disulfonic acid

٣٤ — الرطوبة :

وهذه تقدر بالتقطير أو بالتعادل أو بالتجفيف . فى طريقة التجفيف تقدر الرطوبة مضافاً إليها المواد الطيارة ، بينما فى طريقتى التعادل والتقطير تقدر الرطوبة فقط . ويجرى التجفيف للعينة عادة بالتسخين تحت الضغط الجوى العادى أو تحت ضغط منخفض ، وقد تجفف العينة بتسخينها فى جفنة مرتكزة على طبقة سميكة من الأسبستوس فوق لوح كهربائى مسخن لدرجة حرارة لا تتجاوز ١٣٠° مئوية . وفى حالة استبدال المسخن الكهربائى بلهب عادى يلزم إتخاذ الحيطة منعاً لتناثر العينة أو تجاوز درجة الحرارة المناسبة .

فى طريقة التقطير يضاف مذيب مناسب كالتلوين أو الزيلين إلى وزن معين من الدهن فى دورق تقطير وتسخن محتويات الدورق فتتقطر الرطوبة والمذيب ، وهذان يكثفان وتستقبل الرطوبة فى أنبــوبة مدرجة تسمح بقراءة حجم الماء المقطر من العينة .

فى طريقة التعادل تعلق العينة فى كحول الميثايل وتعـادل رطوبة العينة بمحلول كارل فيشر المحتوى على اليود وثانى أكسيد الـكبريت والبيريدين ذائبة فى كحول الميثايل . وتتميز هذه الطريقة بسرعتها وبإمكان تقدير النسب الضئيلة من الرطوبة .

٣٥ — الجليسريدات الأحادية :

وأساس طريقة تقدير هذه الجليسريدات الأحادية مبنى على قدرة بعض العوامل المؤكسدة مثل فوق اليودات أو حمض فوق اليوديك على التفاعل مع الألفـا جليـكولات وعدم التأثير فى مجموعات الإيدروكسيل أو الروابط غير المشبعة الأخرى. فتعامل عينة الجليسريد بمزيد من محلول فوق اليودات ثم تعادل الزيادة من الجوهر الـكشاف المضاف بمحلول قياسى من ثيوكبريتات الصوديوم . ويجب التخلص من الجليسرين إن وجد على حالة حرة بغسله بالماء . وفى حالة إحتواء الدهن على كمية بسيطة من الجلسريدات الأحادية فى الوضع إثنين 2 — monoglycerides ، كما هو الحال فى الدهون الطبيعية ، تعامل العينة أولا بحامض فوق الـكلوريك لتحويل هذه الجليسريدات إلى مشابهاتها الألفا جليـكولية .

٣٦ — الزيت المتعادل Neutral oil :

ويقدر هذا بطرح مجموع نسب الأحماض الدهنية الحرة والشوائب غير الذائبة والرطوبة والفوسفاتيدات من المائة .

٣٧ — تحويل الضوء Optical rotation (دوران مستوى الاستقطاب ، الدوران البصري) :

بالرغم من تكون الدهون من خليط من الجليسريدات ذات ذرات الكربون غير المتناظرة إلا أن تحويلها اتجاه الضوء المستقطب طفيف للغاية . والدهون المحتوية على أحماض دهنية تحول الضوء المستقطب مثل زيت الخروع المحتوى على حامض الريسينوليك وزيت chaulmoogra المحتوى على أحماض حلقية ذات قدرة على تحويل الضوء . وتختبر قدرة هذه الدهون والزيوت على تحويل الضوء باستعمال البولاريمتر وموجات ضوئية ذات طول معين . ويلزم اختبار الدهون أو الأحماض الدهنية الصلبة بعد تحضيرها فى صورة محلول .

٣٨ — تقدير التزنخ Rancidity determination :

يؤثر التزنخ فى طعم ورائحة الدهن ، ولا يعرف على وجه التحديد طبيعة التفاعلات التى تحدث أثناء تزنخ الدهن ، لكنه يبدو أن التزنخ الأكسيدى هو الغالب وسببه تأكسد الروابط غير المشبعة بالأكسيجين حيث تتكون هيدرو بيروكسيدات التى تتحلل فيما بعد إلى ألدهيدات وكيتونات ومشتقات حمضية . وتعتمد طريقة تقدير التزنخ الفعلى على تقدير فوق الأكسيد أو الكيتونات أو الألدهيدات .

فى اختبار شال Schaal test تفحص عينة الدهن على فترات بعد تسخينها حتى يبدأ ظهور التزنخ . وفى اختبار امتصاص الأكسيجين The oxygen absorption test يقاس حجم الأكسيجين الذى تمتصه عينة دهن بعد تسخينها وتحدد النقطة التى عندها يظهر بوضوح ازدياد سرعة امتصاص الأكسيجين إلى حد معين . وفى اختبار كرايز Kreis test يستعمل محلول فلورو جليسينول phloroglucinol فى الإيثير بجوهر كشاف فى وجود حامض كلوردريك مركز . ويدل ظهور لون

أحمر راجع إلى وجود epihydrin aldehyde على الزنخ ، وتزداد كثافة اللون بزيادة الزنخ . وتعتمد طريقة فون فلنبرج The von Fellenberg method على اختبار شف Schiff test للألدهيدات ، فتذاب العينة فى محلول فوكسين fuchsin مقصور لونه وتقدر كثافة اللون المتكون . وفى طريقة لى Lea's procedure يقدر فوق الأكسيد الموجود فى الدهن بالتقدير اليودى iodimetry ولا يفيد هذا الاختبار إلا فى حالة عدم تجاوز الزنخ مرحلة فوق الأكسيد . وفى طريقة الأكسجين الفعال active oxygen method المعروفة باسم أيضاً Swift Stability test تهوى عدة عينات من الدهن فى جهاز خاص عند درجه ٩٧٫٨° مئوية أو ١١٠° مئوية ويقدر الوقت اللازم للوصول إلى مستوى معين من فوق الأكسيد وظروف الزنخ ، فهذا يدل على مدى تحمل هذه العينات للتخزين . (اختبار الاستقرار) .

— ٣٩ معامل الانكسار Refractive index :

ويقدر هذا الثابت باستعمال الرفراكتومتر . فالجليسريدات أو الأحماض الدهنية المشبعة يختلف مدى انكسار الضوء المار بها عنه فى نظيرتها غير المشبعة . وحالياً أمكن استعمال معامل الانكسار فى تقدير نسبة الزيت فى البذور والمصادر الزيتية . كما يستعمل هذا الاختبار أيضاً فى تقدير نسبة القلفونية أو الراتنج rosin فى الزيوت إذ أن معامل انكسار هذه المادة يختلف عن معامل انكسار الأحماض الدهنية .

٤٠ — تقدير الراتنج :

يختبر لوجود القلفونية أى الراتنج فى العينة برجها مع حجم مماثل من أندريد الخليك وترك المعلق هادئاً للترسيب . تصب طبقة أندريد الخليك فى بودقة صينى بيضاء اللون ويضاف إليها باحتراس ملليتر واحد من حامض كبريتيك محضر بإضافة عشرة ملليترات حامض وزنه النوعى ١٫٨٤ إلى إثنى عشر ملليتر من الماء . وفى حالة ظهور لون بنفسجى سريع الزوال يدل ذلك على وجود الراتنج .

ويقدر الراتنج كمياً فى الأحماض الدهنية بأسترة الأحماض الدهنية حيث تتحول هذه إلى استرات ميثيلية بينما لا تتأثر أحماض الراتنج بهذه المعاملة ولذا يمكن تقديرها

بعد ذلك بالتعادل . وتستعمل عوامل ملامسة مختلفة فى هذا التقدير ، منها حامض الكبريتيك المركز فى طريقة وولف وحامض الكلوردريك فى طريقة تويتشل والنفثالين — بيتا — حمض السلفونيك فى طريقة ماك نيكول .

٤١ — مكافىء التصبن Saponification equivalent :

يستدل من مكافىء التصبن على الوزن الجزيئى للمادة إذا كانت أحماضاً دهنية أو إسترات كحولات أحادية الإيدروكسيل . ففى الجليسريدات الثلاثية يضرب مكافىء التصبن فى ثلاثة للحصول على الوزن الجزيئى . أما فى حالة وجود أحماض ثنائية الكربوكسيل أو مواد غير قابلة للتصبن فيوجد اختلاف بين مكافىء التصبن والوزن الجزيئى . ويحسب مكافىء التصبن من قيمة التصبن بالمعادلة :

$$\text{مكافىء التصبن} = \frac{٥٦١١٠}{\text{قيمة التصبن}}$$

٤٢ — قيمة التصبن Saponification value :

تسمى هذه القيمة أحياناً برقم كوإتسدورفر Koettsdorfer number وهى عبارة عن عدد ملليجرامات إيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن جراماً واحداً من الدهن . ويجرى الإختبار بغليان وزن معين من العينة فى محلول كحولى يحتوى على كمية وافرة من البوتاسا الكاوية تحت مكثف عاكس ، ثم تقدر كمية البوتاسا التى لم تدخل فى التفاعل بالتعادل بالحامض . ويلزم إجراء اختبار بلانك .

٤٣ — نقطة الترميد ونقطة الاشتعال Smoke, flash and fire points :
(نقطــة الإدخان ونقطــة الرمـيـــــــــض) :

ونقطة التدخين هى درجة الحرارة التى عندها تعطى عينة الدهن أو الزيت دخاناً غير كثيف مزرق اللون . ويجرى هذا الاختبار بوضع العينة فى طبق كليفلاند cleveland cup ولترك مفتوحاً داخل كابينة مضاءة . وقد يستعمل هذا الطبق فى تقدير نقطة الإشتعال . وتفيد هذه الإختبارات فى إعطاء فكرة عن مدى تأثير الحرارة فى المادة الدهنية ، كما أن انخفاض نقطة التدخين يدل على وجود أحماض دهنية حرة وجليسريدات أحادية أو ثنائية . وتدل نقطة الإحتراق على وجود بقايا من المذيب العضوى الذى استخدم فى استخلاص الدهن .

٤٤ — نقطة الليونة Softening point (التلين) :

وهى درجة الحرارة التى عندها يرتفع عامود من الدهن فى أنبوبة شعرية مفتوحة الطرفين أثناء التسخين فى حمام مائى .

٤٥ — المواد المعدنية الذائبة :

وأفضل الطرق لهذا التقدير هى تسخين حوالى خمسين أو مائة جرام من العينة حتى تمام إحتراق المواد العضوية ، أو يجمع الترشيح وماء الغسيل الناتجين من فصل الشوائب غير القابلة للذوبان ويجفف هذا السائل ويحرق للتخلص من المواد العضوية .

وعادة يضاف للرماد المتبقى ماء ويسخن ثم يعادل بمحلول حامض عيارى لمعرفة نسبة المواد المعدنية الذائبة التى هى فى الواقع عبارة عن صابون ذائب فى الزيت . ويمكن حساب صابون الكالسيوم وبالتالى نسبة الأحماض الدهنية فى الدهن التى أعطت الصابون ، على وجه التقريب ، بضرب نسبة الرماد فى عشرة . أما فى حالة وجود الفوسفات فيجب معاملة الرماد بكربونات الأمونيوم أولا ثم التسخين فى درجة ١٠٥° مئوية للتخلص من الزيادة من الكربونات .

٤٦ — التحليل الطيفى بالألوان :

تمتص الدهون الموجات الضوئية ذات طول معين ولذلك يستعمل التحليل بالاسبكتروسكوب المعروف باسم مطياف الامتصاص فى اختبارات ألوان الزيوت والدهون ومنتجاتها . أما طيف الانبعاث ommission spectroscopy وكذلك fluoresence spectroscopy فأهميتهما مثلة فى اختبارات الدهون والزيوت . وتستخدم الأشعة فوق الحمراء فى التحليل الطيفى اللونى للتعرف على توزيع الروابط المزدوجة فى فراغ جزىء المادة الدهنية نظراً لأن المركبات ذات الوضع المقابل تتميز بامتصاص معين . والمعروف أيضاً أن مجموعات الإيدروكسيل والكربوكسيل وبعض مجموعات أخرى تمتص الموجات

الطويلة فى نطاق الأشعة فوق الحمراء . كذلك الروابط غير المشبعة بين ذرتى كربون تمتص الموجات القصيرة فى نطاق الأشعة فوق البنفسجية ، وتزداد الإمتصاص بشكل واضح عندما تكون هذه الروابط المزدوجة متبادلة مع روابط مشبعة . ولذلك يستفاد من هذه الخاصية فى تقدير الروابط المزدوجة المتبادلة فى جزىء الدهن الطبيعى وكذلك فى حالة تحويل الروابط المزدوجة إلى الصورة المتبادلة بعملية تكوين المشابهات الضوئية بالقلوى كما هو الحال فى التقدير الكمى لحمضى اللينوليك واللينولنك والمركبات المشابهة .

٤٧ — الكبريت :

يعتبر تقدير الكبريت ذا أهمية فى صناعة زيت الزيتون الذى يستخلص عادة باستعمال ثانى كبريتيد الكربون ، فالإختبار يفيد فى كشف غش الزيت . ويجرى الإختبار بطريقة العملة الفضية أو بطريقة بنزوات الفضة ، وفى كلى الطريقتين يستدل على وجود الكبريت بتكون كبريتور الفضة الأسود اللون . والطريقة الأولى تتلخص فى تسخين قطعة فضية ناعمة فى داخل عينة الزيت . وفى الطريقة الثانية تسخن عينة الزيت وترج مع كمية قليلة من بنزوات الفضة . وفى حالة التقدير الكمى للكبريت يرسب فى صورة كبريتات باريوم بعد الأكسدة فى Parr bomb .

٤٨ — الإختبارات الحرارية :

ويقصد بذلك قياس حرارة التفاعل التى تنطلق عند تفاعل الأحماض الدهنية غير المشبعة أو مشتقاتها مع بعض الجواهر الكشافة . ويعطى إنطلاق الحرارة فكرة تقريبية عن مدى عدم التشبع . ففى اختبار Maumené test يقدر الإرتفاع فى درجة الحرارة عند مزج الأحماض الدهنية بحامض الكبريتيك المركز . وفى إختبار البروم الحرارى الذى ابتكره ههنر ومتشل Hehner and Mitchell يمزج جرام واحد من البروم مع جرام واحد من الزيت مذاباً فى عشرة مليلترات كلوروفورم تحت ظروف أديباباتية وبضرب عدد درجات الحرارة التى ارتفعت فى الثابت ٥٫٥ تنتج النسبة المئوية لإمتصاص اليود على وجه التقريب .

٤٩ — قيمة الثيوسيانوجين Thiocyanogen value :

يتفاعل الثيوسيانوجين مع حامض الأوليك بطريقة مماثلة لتفاعل اليود، ولكن في حالة حامض اللينوليك يحدث الإتحاد عند رابطة مزدوجة واحدة، وفي حالة حامض اللينولنيك يحدث الإتحاد عن رابطتين مزدوجتين. ولهذا تعتبر هذه الطريقة مفيدة في تقدير نسب أحماض الأوليك واللينوليك واللينولنيك بشرط توفر أمرين، أحدهما غياب الأحماض الدهنية غير المشبعة الأخرى والثاني معرفة العدد اليودي وكمية الأحماض الدهنية المشبعة الموجودة.

٥٠ — إختبار التجمد Titer test :

عند تبريد الأحماض الدهنية المنصهرة تبـــدأ في التجمد وتنطلق منها حرارة الإنصهار فترتفع درجة الحرارة فجأة. لذلك يجرى هذا الإختبار بتحضير العينة من الدهن بالتصبن وطرد الأحماض الدهنية بحامض معدني مخفف، ثم تفصل الأحماض الدهنية وتجفف وتوضع في أنبوبة اختبار ذات أبعـاد محددة وتبرد مع التقليب بالترمومتر أثناء التبريد حتى يظهر تجمد العينة. وتعرف أعلى درجة حرارة يسجلها الترمومتر عقب انتهاء التقليب بالإسم titer point.

٥١ — تقدير الأحماض الدهنية الكلية في الصابون الخام :

في هذا التقدير يصبن وزن معين من العينة في محلول كحولي باستعمال كمية وافرة من إيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم. تجفف المـادة الناتجة وتذاب في الماء ويحمض المحلول بحامض كلوردريك مخفف لفصل الأحماض الدهنية التي تستخلص بعد ذلك بإيثير البترول. يبخر المذيب ويجفف الراسب المتبقي على درجة مائة مئوية ثم يوزن في دورق بجهاز سوكسلت.

ويلزم تعديل هذه الطريقة في حالة وجود أحماض طيارة كالتي توجد في زيت جوز الهند. وفي هذه الحالة لا يبخر مستخلص الإيثير بل يركز إلى ٢٥ أو ٣٠ مليلتراً ويضاف إليه الكحول ثم تحول الأحماض الدهنية إلى صابون بمحلول إيدروكسيد

صوديوم أساسى القوة . وبتجفيف الصابون على درجة ١٠٥° إلى ١١٠° مئوية ووزنه تحسب كمية الأحماض .

٥٢ — نقطة التعكير Turbidity point : (التكور) :

يجرى التقدير بإذابة وزن معين من المادة الدهنية فى حامض خليك أو كحول بالتسخين . يبرد المحلول الرائق تحت ظروف محددة وتقرأ درجة الحرارة التى عندها يبدأ ظهور العكارة . ويفيد هذا الإختبار فى الكشف عن الغش فى زيت الزيتون .

٥٣ — فصل الأحماض المشبعة عن غير المشبعة بطريقة تويتشل Twitchell method

وتعتمد هذه الطريقة على عدم قابلية أملاح الرصاص المحضرة من الأحماض الدهنية المشبعة ذات الوزن الجزيئى المرتفع للذوبان فى الكحول تركيز ٩٥ فى المائة ، بينما أملاح الرصاص للأحماض غير المشبعة تذوب فى الظروف المحددة . ولا تعطى هذه الطريقة نتيجة دقيقة فى حالة الأحماض الدهنية المشبعة ذات العدد من ذرات الكربون يصل إلى ستة عشر . ويجب تعديل هذه الطريقة فى حالة استخدامها لتقدير الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل حامض الإلايديك .

٥٤ — المادة غير القابلة للتصبن Unsaponifiable matter :

وفى هذا التقدير تحسب نسبة جميع المواد التى توجد فى الدهن والتى لا تتصبن بإضافة محلول البوتاسا الكاوية الكحولى إلى الدهن ، ولكنها تذوب فى الإيثير أو إيثير الإيثايل . ويجرى التقدير بتصبين خمسة جرامات من العينة فى محلول كحولى بغليانهما تحت مكثف عاكس فى وجود كمية وافرة من البوتاسا الكاوية . ينقل المزيج بعد ذلك إلى قمع فصل ويخفف بحجم مماثل من الماء ويرج القمع وتستخلص المادة بإيثير البترول سبع مرات على الأقل ويجمع سائل الإستخلاص ويغسل ثم يبخر المذيب ويجفف الراسب المتخلف حتى يثبت وزنه .

وتعدل هذه الطريقة فى حالة استخدامها على الزيوت والدهون المحتوية على

نسب مرتفعة من المادة غير التصبنة مثل زيت كبد الأسماك وزيت الحوت والشموع وغيرها . ففى طريقة Kerr Sorber المعدلة تصبن المادة كما فى الطريقة السابقة وتستخلص المادة بإثير الإيثايل ويجمع سائل الاستخلاص ويغسل بمحلول إيدروكسيد صوديوم خمس أساسى ثم بالماء ، وبعدها يبخر المذيب ويجفف الراسب إلى أن يثبت وزنه .

٥٥ — تقدير الأحماض غير المشبعة :

ويجرى هذا التقدير عادة باستعمال التحليل الطيفى اللونى فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية بعد إحداث التشابه القلوى alkali isomerization . فيصبن مائة مليجرام من العينة بتسخينها مع محلول إيدروكسيد بوتاسيوم فى الجليسكول ثم يبرد المخلوط ويخفف بكحول الميثايل وتقرأ كثافة اللون فى جهاز الاسبكترو فوتومتر باستعمال الأشعة فوق البنفسجية . ويمكن بهذه الطريقة تقدير أحماض اللينولييك واللينولنيك والأراكيدونيك والأحماض ذات الخمس روابط مزدوجة بمعرفة كميات الأحماض ذات الروابط المزدوجة ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ التى تتكون كمشابهات . ويمكن حساب نسبة حامض الأولييك بطرح مكافىء اليود للأحماض غير المشبعة عديدة الروابط المزدوجة من الرقم اليودى الكلى .

٥٦ — فصل الأحماض غير المشبعة :

وأفضل الطرق لفصل الأحماض المشبعة عن الأحماض أحادية أو عديدة الروابط المشبعة هى البلورة على درجة حرارة منخفضة ثم إعادة بلورة الأحماض من محلولها فى كحول إيثايل أو أسيتون أو إيثير أو إيثير البترول . وفى حالة الأحماض الشديدة الذوبان تكون درجة حرارة البلورة منخفضة إلى حد قد يصل إلى — ٧٠° مئوية . وهذه الطريقة أفضل من الطرق القديمة التى تعتمد على تحويل الأحماض الدهنية إلى صابون أولا . هذه الطرق القديمة أشهرها ما يلى :

(ا) طريقة lead-salt-alcohol وما شابهها وفيها يعتمد على اختلاف ذوبان صابون الرصاص المشتق من أحماض مشبعة فى الكحول أو الإيثير عنه للصابون المشتق من أحماض غير مشبعة . (طريقة الملح الرصاصى والكحول).

(ب) طريقة Barium-soap-benzene التى تعتمد على ذوبان صابون الباريوم المشتق من أحماض بها أكثر من رابطة مزدوجة واحدة فى البنزين المحتوى على قليل من الماء ، بينما صابون الباريوم المشتق من أحماض مشبعة ومن حمض الأوليك لا يذوب فى البنزين . **(طريقة صابـــــون البـاريوم و البـنزين).**

(حـ) طريقة lithium-soap-acetone المبنية على أساس قابلية صابون الليثيوم المشتق من أحماض دهنية بها أربع روابط مزدوجة فأكثر للذوبان فى الأسيتون تركيز ٩٥ فى المائة .**(طريقة صابون الليثيوم والأسيتون).**

(د) طريقة lithium-soap-alcohol التى بها يفصل حمض الأوليك عن زيت الزيتون وبعض الدهون الأخرى . فتفصل الأحماض الدهنية المشبعة بطريقة الرصاص والملح والكحول ثم تبلور أوليات الليثيوم من الكحول تركيز ثمانين فى المائة . أما لينوليات الليثيوم فتبقى ذائبة فى المحلول. **(طريقة صابـــون الليثيوم و الكحول).**

٥٧ — كشف تركيب الأحماض غير المشبعة :

ويعتمد فى التعرف على تركيب الأحماض الدهنية غير المشبعة على عمليات الأكسدة والهدرجة والتحليل الطيفى . فالأكسدة مشفوعة بتحليل نائجات التأكسد تعطى فكرة عن مواضع الروابط المزدوجة . لذلك تجرى الأكسدة ببرمنجنات البوتاسيوم فى الأسيتون أو حامض الخليك فتنتج أحماض قصيرة السلسلة أحادية أو ثنـائية السكربوكسيل . وقد تجرى الأكسدة بالأوزون فتتكون أوزونيدات تتحلل بعد ذلك إلى ألدهيدات وأحماض ألدهيدية وأحماض قصيرة السلسلة أحادية أو ثنائية السكربوكسيل . وقد تضاف مجموعات إيدروكسيلية إلى حامض فوق الفورميك ، ثم تحلل الألفا جليكولات بمعاملتها بفوق اليودات .

أما الهدرجة فتحول الأحماض الدهنية غير المشبعة المنتشرة فى الطبيعة إلى أحماض مشبعة مستقيمة السلسلة ، وهذه الأخيرة يمكن تمييزها بتقدير نقطة إنصهارها أو تركيبها البللورى أو بتقدير الثوابت الطبيعية لبعض مشتقاتها . وتميز الأحماض المتشابهة ذات الوضع المقابل باستعمال التحليل الطيفى فى منطقة الأشعة فوق الحمراء ، بينما الأحماض ذات الروابط المزدوجة المتبادلة فتميز بالأشعة فوق البنفسجية .

٥٨ — مركبات اليوريا :

ترتبط اليوريا ، عن طريق روابط فان درفالس، بالإيدروكربونات أو مشتقاتها ذات السلسلة المستقيمة المكونة من ست ذرات كربون على الأقل . وتنفصل مكونات المركب الناتج بالتسخين لطرد اليوريا أو بإذابة اليوريا فى الماء . لذلك تستخدم هذه الطريقة حالياً فى فصل الأحماض الدهنية ذات السلسلة المستقيمة .

٥٩ — اللزوجة :

وتقدر لزوجة المواد الدهنية باستخدام طريقة الانبثاق efflux أو falling-sphere . وتعتبر وحدة القياس البويز poise فى نظام السنتيمتر — جرام — ثانية باعتبار لزوجة الماء عند درجة ٢٠,٢° مئوية واحد سنتيبويز أى واحد من المائة من البويز .

٦٠ — فصل الأحماض الدهنية الطيارة :

ويجرى هذا الفصل للأحماض الطيارة من غير المتطايرة بتصبين العينة وتحميضها بحامض كبريتيك مخفف ثم تقطيرها فى البخار باستعمال جهاز خاص تحت ظروف محددة تسمح بمقارنة العينات ببعضها ، إذ أن الفصل التام ليس ممكناً . وهذه الأحماض المتطايرة بعضها ذائب فى الماء ويقدر بقيمة رايخرت ميسل Reichert-Meissl value والبعض غير ذائب فى الماء ويقدر بقيمة بولنسك Polenske value . والقيمة الأولى أى رقم رايخرت ميسل هى عدد ملليترات محلول القلوى العشر أساسى اللازمة لمعادلة الأحماض الدهنية المتطايرة فى البخار القابلة للذوبان فى الماء المتحصل عليها من خمسة جرامات من عينة المادة الدهنية . أما رقم بولنسك فهو عدد ملليمترات محلول القلوى العشر أساسى اللازمة لمعادلة الأحماض المتطايرة فى البخار الغير ذائبة فى الماء المتحصل عليها من خمسة جرامات من المادة الدهنية .

ويفيد هذا التقدير فى حالة الدهون المحتوية على نسبة مرتفعة نوعاً من الأحماض الطيارة وهى البيوتريك والكابرويك والكابريليك والكابريك مثل الزبد وزيت

جوز الهند وزيت ثمار النخيل . ويلاحظ أن حامض الكابريك عديم الذوبان تقريباً في الماء وأن حامض اللوريك يتطاير في البخار بقلة جداً .

ويمكن تقدير كمية حامض الكابريليك في السائل المتقطر الناتج في طريقة رايخارت ميسل باتباع طريقة كرشنر فيرشح مائة ملليمتر من السائل المتقطر ويعادل ثم يضاف محلول كبريتات الفضة فتتكون بيوتيرات الفضة الذائبة وكابريلات الفضة غير القابلة للذوبان . ويفصل ملحا الفضة عن بعضهما بالترشيح ، ثم يحمض الراشح ويقطر في البخار ويؤخذ من السائل المتقطر مائة ملليلتر وتعادل هذه بالقلوى العشر أساسى . ويبلغ رقم كرشنر Kirschner value للزبد ١٩ إلى ٢٦ ولزيت جوز الهند ١,٩ ولزيت نواة النخيل ١,٠ .

تقسيم اختبارات الزيوت والدهون :

جميع الاختبارات السابقة تقع تحت ثمانية أقسام وهى :

١ — الطرق الكيميائية العامة : وهذه تشمل :

١ — العدد اليودى .
٢ — قيمة الثيوسيانوجين .
٣ — المادة غير المتصبنة .
٤ — قيمة التصبن .
٥ — طريقة برترام للأكسدة .
٦ — طريقة تويتشل أو طريقة الرصاص والملح والكحول .
٧ — عدد الهكسابروميد .
٨ — قيمة ههنر .
٩ — قيمة رايخارت — ميسل .
١٠ — قيمة بولنسك .
١١ — قيمة الحامض .
١٢ — نسبة الأحماض الدهنية الحرة .

٢ — الطرق الطبيعية العامة : وهذه تشمل :

١ — التقطير الجزئى .
٢ — التبلور الجزئى .
٣ — الإدمصاص الكروماتوجرافى
٤ — الكثافة .

٥ — نقطة الإنصهار

Wiley melting point ، The incipient melting point ،

The shot melting point ، (Slipping point .

٦ — نقطة التجمد (The solidification point ، Congeal point ،

Setting point) . (نقطة التصلب أو العقد أو الانعقاد أو التجمد).

٧ — نقطة التعكر . ٨ — نقطة تجمد مخلوط الأحماض الدهنية (Titer test)

٩ — معامل الانكسار . ١٠ — الطرق التمددية (لتعيين نقط — Dilatometric methods .

١١ — التحليل الطيفى اللونى . ١٢ — الاختبار بأشعة إكس .

٣ — تقدير التركيب الكيميائى للدهن

٤ — اختبارات غش الزيوت : وهذه تشمل :

١ — اختبار هالفن ٢ — اختبار بودوين Baudouin أو فيلافيشيا Villavecchia

٣ — اختبار فايتلسون Fitelson ٤ — اختبار رينارد Renard

٥ — اختبار بلير Bellier ٦ — اختبار إيفارس Evers

٧ — اختبار كير Kerr ٨ — اختبار بوعر Boemer

٥ — اختبارات تلف الزيوت والدهون : وهذه تشمل :

١ — اختبار كرايز Kreis ٢ — اختبار شيف Shiff

٣ — طريقة شبستد Schibsted ٤ — طريقة ثانى الكبريتيت

٥ — طريقة Issoglio and Kerr

٦ — اختبارات الثبات : وهذه تشمل :

١ — اختبار شال Schaal ٢ — اختبار A.O.M. (Swift stability test)

٧ — اختبارات تقييم الزيوت الخام .

٨ — الاختبارات الخاصة ببعض منتجات الزيوت والدهون : وهذه تشمل :

١ — اختبار cold test البرودة

٢ — اختبار الثبات

٣ — اختبار الاستحلاب

٤ — اختبار حجم مخلوط السكر والدهن المضروب creaming volume

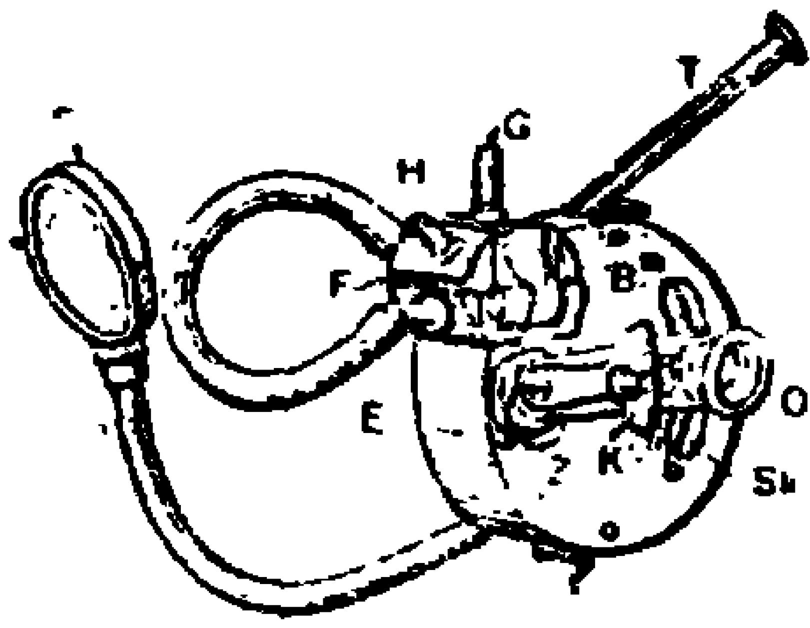
٥ — اختبار نقطة التدخين

٦ — تقدير نسبة أحماض الأوليك المشابهة .

٧ — اختبار interfacial tension التوتر البينى

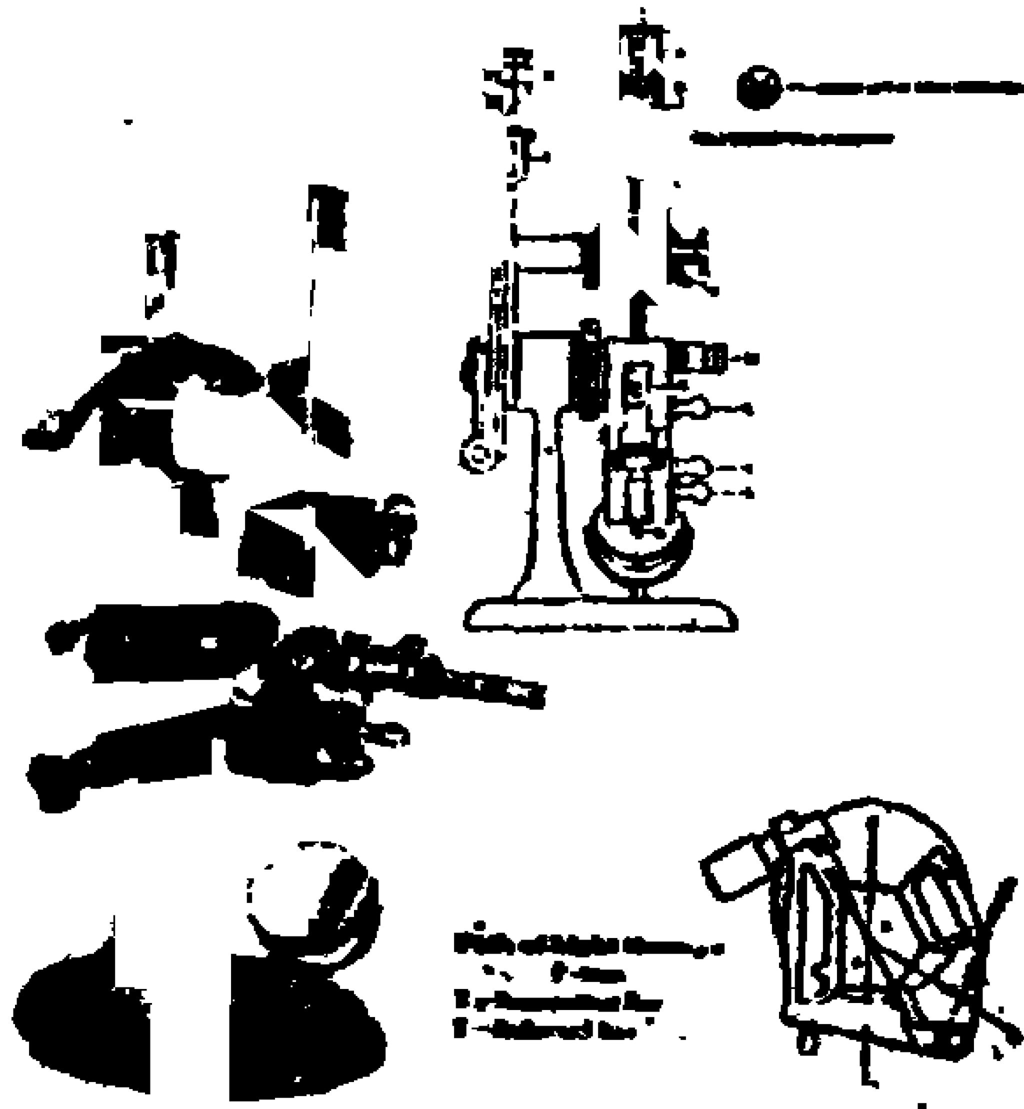
ثوابت الزيوت والدهون والشموع :

يتضمن الجدول التالى ثوابت بعض الزيوت والدهون والشموع المعروفة .

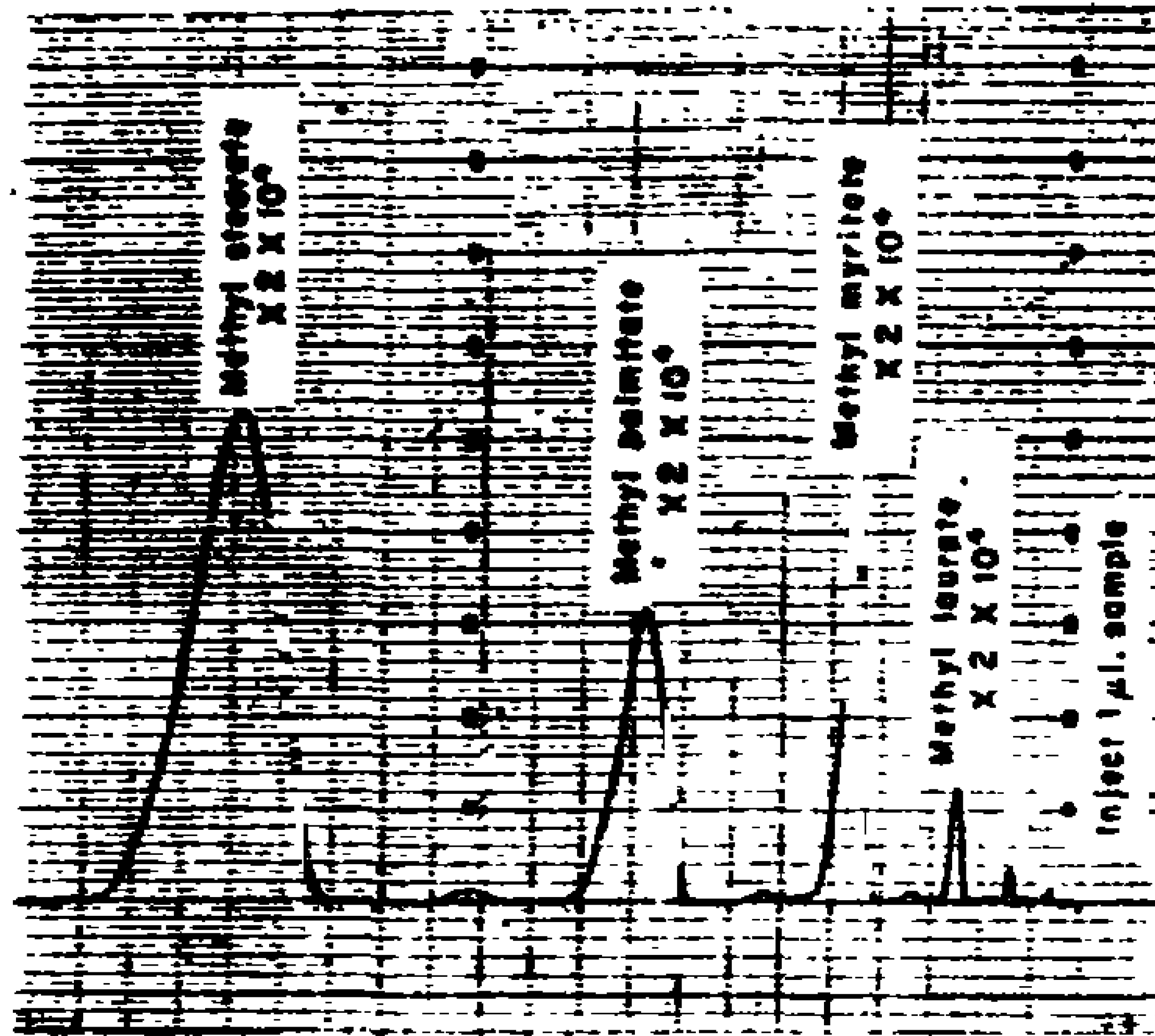




(شكل ٤)
رفراكتومتر زايس المستخدم فى اختبارات الزيوت

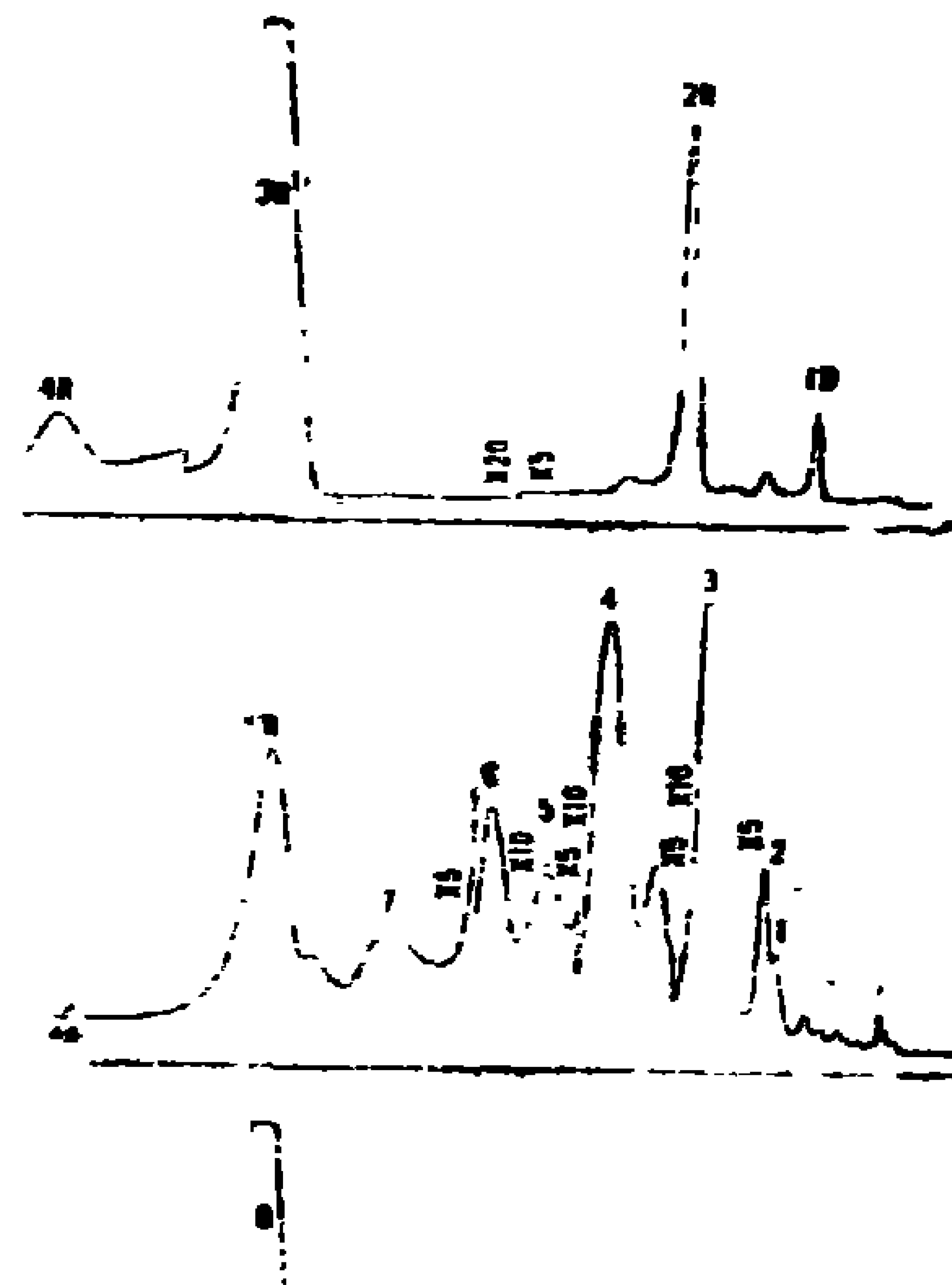


(شكل ٣)
رفراكتومتر آبى المستخدم فى تقدير معامل إنكسار الزيوت



(شكل ٥)

التحليل الكروماتوجرافى الغازى لإسترات الأحماض الدهنية





(شكل ٦)

كشف غش الزيوت بالتحليل الكروماتوجرافى الغازى

زيت قرنفل نقى (أعلى) ، زيت قرنفل مغشوش (وسط وأسفل)

الدهن ٪	المصدر الطبيعى	الدهن أو الزيت أو الشمع
١١ — ١٣٫٤ بذور	Quercus vars.	Acorn Kernel oil زيت جوزة البلـــوط
٥٤ — ٧٠ حبوب	Allanblackia sp.	Allanblackia fats
٤٠ — ٥٥ حبوب	Prunus amygdalus	Almond oil زيت اللوز
١٨ بذور	Pyrus malus	Apple seed oil زيت بذر التفـاح
٤٠ — ٤٥ حبوب	Prunus armeniaca	Apricot Kernel oil زيت نواة المشمش
٨ — ٣٠ لب	Persea americana	Avocado pulp oil زيت لب ثمـــرة الافوكاته
٦٣ — ٧٠ حبوب	Orbignya speciosa	Babassu Kernel fat زيت بذور نخيل باباسو
٤٧ حبوب	Fagus sylvatica	Beechnut oil زيت جوزة الزّان (المُــــرّان)
—	Cattle	Beef tallow شحم بقرى (الوَدَك)
—	Apis mellifica	Beeswax شمع نحـل
٢٥ — ٣٤ بذور	Moringa oleifera	Ben oil (Moringa oil) زيت بذور او جوز شجرة جرجـار فى الهند)
—	Cattle & sheep	Bone fat دهن العظـام

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن (قيمة التصبن)	رقم اليود (العدد اليودى)	المادة غير التصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٩٠٧٩ — ٠٫٩١٥٨ (٢٥°)	١٫٤٥٨ — ١٫٤٦٤٧ (٤٠°)	+ ١٠	١٨٨ — ١٩٦	٨١ - ١٢١	٠٫٨ — ٢٫٣	٢٥٫٩
٠٫٨٧٣٦ (١٧٫٥°)	١٫٤٥٥٣ (٤٠°)	٣٧ — ٤٦	١٨٧ — ١٩٨	٣٨ — ٤٤	٠٫٤ — ١٫٦	٥٦٫٥ — ٦١
٠٫٩١٤ — ٠٫٩٢٠	١٫٤٦٢٤ — ١٫٤٦٤٣ (٤٠°)	— ١٠ إلى — ٢١	١٨٣ — ١٩٦	٩٣ — ١٠٢	—	٩ — ١٠
—	١٫٤٦٧٨ (٤٠°)	—	١٨٧٫٧	١٢٢٫٤	١٫١	—
٠٫٩١٥ — ٠٫٩٢١	١٫٤٦٢٩ — ١٫٤٦٤٠	— ١٤ إلى — ٢٠	١٨٨ — ١٩٨	٩٦ — ١١٢	٠٫٧ — ١٫٢	٠ — ٦
٠٫٩١٣٢ (٢٥°)	١٫٤٦٥٤ — ١٫٤٦٦٢	—	١٨٥ — ١٩٨	٧٠٫٦ - ٧٦٫٤	١٫٦	—
٠٫٩٢٤٠	١٫٤٤٩ (٤٠°)	٢٢ — ٢٦	٢٤٧ — ٢٥٣	١٢ — ١٦	٠٫٠٣ — ٠٫٧	٢٢ — ٢٤
٠٫٩٢٠٥ — ٠٫٩٢٢٥	١٫٤٧٠ — ١٫٤٧٣٢	— ١٧	١٩١ — ١٩٦	١١١ — ١٢٠	٠٫٣ — ١٫٢	١٧
٠٫٩٣٧ — ٠٫٩٥٣	١٫٤٥١ (٦٠°)	٤٠ — ٥٠	١٩٠ — ٢٠٠	٣٢ — ٥٥	٠٫٢ — ٠٫٣	٣٨ — ٤٧
٠٫٩٦٢ — ٠٫٩٧٠	١٫٤٤٠ (٧٥°)	٦٢ — ٦٦	٨٨ — ١٠٣	٧ — ١٤	٤٨ — ٥٦	—
٠٫٩١٣ — ٠٫٩١٩ (١٥٫٥°)	١٫٤٦٥٣ — ١٫٤٦٦٨ (٤٠°)	٠ — ٩	١٧٩ — ١٨٧	٦٧ — ٧٢	٠٫٩ — ١٫٥	٣٢ — ٣٨
٠٫٩١٤ — ٠٫٩١٦ (١٥٫٥°)	—	٢١ — ٢٢	١٨٤ — ١٩٨	٤٣ — ٥٦	٠٫٥ — ٢٫٠	٣٦ — ٤٣

الدهن ٪	المصدر الطبيعى	الدهن أو الزيت أو الشمع
٤٥ — ٥٠ نقل	Shorea species	Borneo tallow
٦٥ — ٧٠ حبوب	Bertholletica excelsa	Brazil nut oil زيت جوز البرازيل
—	Cow,s milk	Butter fat دهن الزبد
٥٠ — ٥٧ بذور	Theobroma cacao	Cacoa butter زبد الكاكاو
—	Pedilanthus pavonis	Candelilla wax الشمع المغطى لسيقان شجيرات كاندليلا
٥٥ — ٦٥ حبوب	Aleurites moluccana	Candle nut oil زيت جوزة الخشب الشمعى
—	Corypha cerifera	Carnauba wax الشمع الكوبرنيكس
١٣ بذور	Daucus carota, L.	Carrot seed oil زيت بذر الجزر
٣٨ — ٤٦ حبوب	Anacardium occidentale	Cashew nut oil زيت جوزة البلاذر
٢٠ قشور	Anacardium occidentale	Cashew nut shell oil زيت لقشرة جوزة البلاذر
٣٥ — ٥٥ بذور	Ricinus communis	Castor oil زيت الخروع
—	Felis domestica	Cat fat دهن القط
١٧ بذور	Apium graveolens	Celery seed oil زيت بذور الكرفس

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الانكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٨٥٢ — ٠٫٨٦٠ ١٠٠°/١٥	١٫٤٥٦١ — ١٫٤٥٧٣	٢٨—٣٩	١٨٩—٢٠٠	٢٩—٣٨	٠٫٤—٢	٥٠—٥٤
٠٫٩١٧٠ — ٠٫٩١٨٠	١٫٤٦٤٣ (٢٥°)	—	١٩٢—٢٠٠	٩٨—١٠٦	٠٫٥	٢٩—٣٢
٠٫٩٣٦ — ٠٫٩٤٤	١٫٤٦٠ (٥٠°)	٢٨—٣٦	٢١٦—٢٣٥	٢٦—٤٥	٠٫٣—٠٫٥	٣٣—٣٨
٠٫٩٧٠ — ٠٫٩٩٨	١٫٤٥٦٥ — ١٫٤٥٧٠ (٤٠°)	٣٠—٣٥	١٩٢—١٩٨	٣٢—٤٢	٠٫٣—٠٫٨	٤٨—٥٠
٠٫٩٥٠ — ٠٫٩٩٠	١٫٤٥٦ (٧١°)	٦٥—٧٠	٥٠—٦٥	١٢—٢١	٦٥—٧٥	—
٠٫٩٢٠ — ٠٫٩٢٨	١٫٤٧٧٢ — ١٫٤٧٨٣ (٢٠°)	١٥ — إلى — ٢٠	١٨٨—١٩٥	١٤٠—١٦٥	٠٫٣—١٫٠	١٣—١٥
٠٫٩٩٠ — ٠٫٩٩٩	١٫٤٧٢ (٤٠°)	٨٤—٩١	٧٩—٩٥	٨—١٣٫٦	٥٤—٥٥	—
٠٫٩٢٩٦	١٫٤٧٢٣ (٣٠°)	—	١٧٩٫٤	١٠٥٫١	١٫٥	—
٠٫٩١١ — ٠٫٩١٨	١٫٤٦٢٣ — ١٫٤٦٣٣ (٤٠°)	—	١٨٧—١٩٦	٧٩—٨٥	٠٫٤—١٫٥	٢٨—٣٠
١٫٠١٣١ (٢٦°)	—	—	١١٩	٢٩٦	—	—
٠٫٩٥٠ — ٠٫٩٧٤	١٫٤٨٠ (١٥°)	١٠ — إلى — ١٨	١٧٦—١٨٧	٨١—٩١	٠٫٣—١٫٠	٣
٠٫٩٣٠٤	—	٣٩—٤٠	١٩٠٫٢—١٩٩٫١	٤٣٫٦	٠٫٦	—
٠٫٩٢٣٦	١٫٤٧٨٣ (٣٥°)	—	١٧٨٫١	٩٤٫٨	٠٫٨	—

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
Chaulmoogra oil زيت شبات شولوغرا	Taractogenos kurzii	٤٨ — ٥٥ حبوب
Cherry kernel oil زيت نواة الكَـــرَز	Prunus cerasus	٣٠ — ٤٠ حبوب
Chia seed oil	Salvia hispanica	٢٥ — ٣٦ بذور
Chicken fat دهن الدجاج	Gallus domesticus	—
Chinese insect wax	Coccus ceriferus	—
Chinese vegetable tallow شحم نباتـــي صيني	Stillingia sebifera	٣٠ الميزوكارب
Coconut oil زيت جوز الهند	Cocos nucifera	٦٣ — ٧٠
Cod fish oil زيت سمك القُـــدّ	Gadus morrhua	—
Cod liver oil زيت كبد القد	Gadus morrhua	—
Coffee bean oil زيت حبوب البن	Coffea arabica	١٠
Cohune oil	Attalea cohune	٦٥ — ٧٠
Corn oil زيت الذرة	Zea mays	٥٠ أجنة

الوزن النوعى (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٩٢٥ — ٠٫٩٥٢ (٣٠°)	١٫٤٧٧٧ — ١٫٤٧٧٩	٥ — ٢٠	١٩٧ — ٢٠٨	٩٧ — ١٠٦	٠٫٤	٣٩ — ٤١
٠٫٩١٨ — ٠٫٩٢٩	١٫٤٦٩٧ — ١٫٤٧١٣ (٤٠°)	— ٢٠	١٩٢ — ١٩٨	١١١ — ١٢٢	٠٫٣ — ٠٫٥	١٣ — ١٥
٠٫٩٣٥٨ (٢٥°)	١٫٤٨٣٨ (٢٥°)	—	١٩٢٫٥ - ١٩٥	١٩٥ — ٢٠٧	٠٫٦ — ٠٫٧	—
٠٫٩٢٤١	١٫٤٥٨٠ (٤٠°)	٣٣ — ٤٠	١٩٣ — ٢٠٥	٦٦ - ٧١٫٥	—	٣٢ — ٣٤
٠٫٩٧٠	١٫٤٥٧ (٤٠°)	٨٠ — ٨٣	٧٨ — ٩٣	١ - ٢	٤٩ — ٥٠	—
٠٫٩١٨ — ٠٫٩٢٢	١٫٤٤٧٠ — ١٫٤٥٧٩ (٤٠°)	٤١ — ٦٠	١٧٩ — ٢٠٦	٢٫٣ — ٤٠٫٥	١٫٠ — ١٫٣	٤٥ — ٥٣
٠٫٩١٧ — ٠٫٩١٩ (٢٥/٢٥)	١٫٤٥٣٠ — ١٫٤٥٦٠	٢٣ — ٢٨	٢٥٠ - ٢٦٤	٧٫٥ — ١٠٫٥	٠٫٢ — ٠٫٥	٢٠ — ٢٤
٠٫٩٢٥ — ٠٫٩٤٠	—	—	١٧٠ — ١٨٠	١٣٠ — ١٥٠	١ — ٢	١٩ — ٢٤
٠٫٩٢٢ — ٠٫٩٢٧	١٫٤٨٠ — ١٫٤٨٥	٠ إلى — ١٠	١٨٠ — ١٩٠	١٤٠ — ١٨٠	٠٫٥ — ١٫٧	١٧ — ١٨
٠٫٩٤٣٨ — ٠٫٩٤٥٣	—	٩	١٦٠ — ١٨٠	٧٩ — ٩٨	٦ — ١٠	—
٠٫٨٦٨ (١٠٠°)	١٫٤٥٠ (٤٠°)	١٨ — ٢٤	٢٥٢ - ٢٥٦	١٠ — ١٤	٠٫٢ — ٠٫٣	١٩ — ٢١
٠٫٩٢٠ — ٠٫٩٢٨	١٫٤٧٦٥ — ١٫٤٧٦٨	— ١٠ إلى — ١٥	١٨٧ — ١٩٣	١٠٣ — ١٣٠	١٫٣ — ٢٫٠	١٤ — ٢٠

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
زيت بذرة القطن Cotton seed oil	Gossypium vars.	١٨ — ٢٨ بذور
زيت بذرة حب الملوك Croton seed oil	Groton tiglium	٥٠ — ٥٥ حبوب
زيت نواة البلح Date kernel oil	Phoenix dactylifera	٦٫٨ — ٨٫٥ بذور
دهن الإيل Deer	Cervus elephus	—
Dika fat (butter)	Irvingia gabonensis	٥٤ — ٧٠ حبوب
دهن الكلب Dog fat	Canis familiaris	—
زيت كلب البحر Dogfish	Squalus sp. (القرش الصغير)	—
زيت سمك الدولفين Dolphin body oil	Delphinus sp.	—
زيت فك الدولفين Dolphin jaw oil	Delphinus sp.	—
زيت بذور الخمان (البلسان) Elderberry seed oil	Sambucus	٢٢ — ٢٨ بذور
Elm seed oils زيت بذور الدردار (شجرة البق)	Ulmus	٢٥ بذور
زيت الأرغوت Ergot oil	Fungus : Claviceps purpurea	٣٠ — ٣٥
زيت بذور التين Fig seed oil	Opuntia ficus	٢٣ — ٣١

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير التصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٩١٣ — ٠٫٩٣٠	١٫٤٦٦٨ — ١٫٤٧٢٠ (٢٠°)	٣ — ٤	١٨٩ — ١٩٨	١٠٣ — ١١٥	٠٫٦ — ١٫٦	٣٢ — ٣٨
٠٫٩٣٧ — ٠٫٩٦٠	١٫٤٧٠٠ — ١٫٤٧٣٠ (٤٠°)	— ٧ إلى — ١٨	٢٠٠ — ٢١٥	١٠٢ — ١٠٨	٠٫٢ — ٠٫٦	١٨ — ١٩
٠٫٩٢٠١ — ٠٫٩٢٠٧ (١٥٫٥°)	١٫٤٥٧٤ — ١٫٤٥٨٠ (٤٠°)	—	٢٠٦ — ٢١٣	٥٠ — ٥٤٫٥	٠٫٤ — ٢٫٠	—
٠٫٩٦٢ — ٠٫٩٦٧	—	—	١٩٤٫٥ — ٢٠٠	٢٦ — ٣٣	٠٫٥٢	٤٦ — ٥٠
٠٫٩١٤ — (٤٠/٤٠)	١٫٤٥٠٠ — ١٫٤٥٤٢ (٤٠°)	٣٨ — ٤٠	٢٤١ — ٢٥٠	١٫٨ — ٩٫٨	٠٫٣ — ٠٫٨	٣٥ — ٣٨
٠٫٩٢٢٩	—	٣٧٫٥ — ٤٠	١٩٥٫٤	٥٨٫٥	—	—
٠٫٩٢٠ — ٠٫٩٣٠	١٫٤٧٨	—	١٧٠ — ٢٢٥	١٢٠ — ١٥٠	٨ — ٣٠	١٥
٠٫٩٢٧	١٫٤٧١ (٢٠°)	+ ٥ إلى — ٣	١٨٧ — ٢٢٠	١٠٠ — ١٢٧	٢	—
٠٫٩٢١	١٫٤٥٢	— ٥	٢٧٠ — ٢٩٠	٣٢	١٦	—
٠٫٩٢٤٢ — ٠٫٩٤٣٩ (٢٠°)	١٫٤٧٩٧ — ١٫٤٨٥٠ (٢٠°)	٠	١٨٧ — ١٩٨	١٦١ — ١٨٤	٠٫٦ — ٢٫٩	—
٠٫٩٢١ — ٠٫٩٢٨	—	—	٢٦٤ — ٢٧٩	١٦ — ٣٨	١ — ١٤	—
٠٫٩١٤٤ — ٠٫٩٢٣٧	١٫٤٦٨٥ — ١٫٤٦٩٦ (٢٠°)	—	١٧٢ — ١٩٧	٦٢ — ٧٤	١٫٢ — ٣٫٣	—
٠٫٩٢٩٠	١٫٤٧٧٥ (٢٥°)	—	١٩٠ — ٢١٩	١٤٧ — ١٧٠	١٫١	—

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
Fleshing grease	Hides of land animals	—
Goose fat دهن الإوز	Anser cinereus	—
Gorli seed oil زيت بذور شجرة تنموفى الأمازون	Oncoba echinata	٤٧ — ٥٢ بذور
Grapefruit seed oil زيت بذور الليمون الجنة (الليمون الهندى)	Citrus decumana	—
Grape seed oils زيت بذور العنب	Vitis vinifera	٦ — ٢١ بذور
Hazel nut oil زيت البندق	Corylus avellana	٥٠—٦٠ حبوب
Hemp seed oil زيت بذور القنب	Cannabis sativa	٣٠ — ٣٥ بذور
Herring oil زيت سمك الرنكة	Clupea harengus	—
Horse fat دهن الحصان	Equus caballus	—
Human fat دهن جسم الانسان	Homo sapiens	—
Hydnocarpus oils	Hydnocarpus wightiana	٦٠ حبوب
Illipé butter	M. longifolia Madhuca latifolia	٥٠ — ٦٠ بذور

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير التصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
—	—	—	١٩٥	—	٠٫٨٠	٣٥٫٧
٠٫٩٢٣ — ٠٫٩٣٠	١٫٤٥٨٣ — ١٫٤٦٢٦ (٢٥°)	٢٧—٣٤	١٩١—١٩٣	٥٨—٦٧	—	٣١—٣٤
٠٫٩٣٥٦ (٤٠°)	١٫٤٧٢٠ (٤٠°)	٤٠—٤٥	١٩٠—١٩٤	٩٤—١٠٠	١٫٠—١٫٦	—
٠٫٩١٧٠ (٢٥°)	١٫٤٧٠٠ (٢٥°)	—	١٩٤٫١	١٠٦٫٣	٠٫٧	—
٠٫٩٠ — ٠٫٩٣٤	١٫٤٧٣٢ — ١٫٤٨٠٢	١٠ إلى — ١٧	١٧٦—٢٠٦	٩٤—١٤٣	٠٫٧—١٫٦	١٨ - ٢٠
٠٫٩١٧٩	١٫٤٦١٢ (٤٠°)	١٠ إلى — ٢٠	١٩٠—١٩٧	٨٤—٩٠	٠٫٣—٠٫٥	١٩—٢٠
٠٫٩٢٥ — ٠٫٩٣٣	١٫٤٧٥	١٥ إلى — ٢٧	١٩٠—١٩٥	١٤٥ - ١٦٦	١٫٠—١٫٣	١٥ - ١٧
٠٫٩١٨ — ٠٫٩٣٩	١٫٤٧٢ (٤٠°)	—	١٨٢—١٩٠	١٢٣—١٤٦	١—٤	٢٣—٣٠
٠٫٩١٩ — ٠٫٩٣٣	١٫٤٦٥٨ — ١٫٤٧٠٢ (٢٥°)	٣٤ - ٥٤	١٩٥—٢٠٠	٧٥ - ٨٦	—	٣٣٫٧ — ٤٥
٠٫٩٠٣٣	١٫٤٥٩٣ - ١٫٤٦٠٧ (٤٠°)	١٢٫٥ — ١٧٫٥	١٩٣—٢٠٠	٥٧—٧٣	—	—
٠٫٩٥٨ (٢٥°)	١٫٤٧٦٣ — ١٫٤٧٧٢ (٣٠°)	٢٢ - ٢٤	١٩٧—٢٠٨	٩٣—١٠٣	٠٫٤—١	٤٠—٤٢
٠٫٨٥٦ — ٠٫٨٧٠ (١٥/١٠٠)	١٫٤٥٧٧ — ١٫٤٦٢١ (٤٠°)	٢٣—٣١	١٨٨—٢٠٧	٥٣—٧٠	٠٫٨—٣٫٥	٣٦—٤٥

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعى	الدهن ٪
Jaboty butter زبد الطرفاوية (المريقاريتة)	Erisma calcaratum	٤٢ — ٥٣ حبوب
Jap fish oil	Clupandon melanostica	—
الشمع اليابانى Japan wax (suma wax) (من ثمار sumac)	Rhus species	٢٠ — ٣٠ ثمار
Jute seed بذور الجوتة (قنب كلكتا)	Corchorus capsularis	—
Kapok seed oil زيت بذور القبك	Ceiba pentandra	٢٠ — ٢٥ بذور
Lard شحم الخنزير	Hogs	—
Laurel butter زيت الغار	Laurus nobilis	٣٥ — ٣٧ لب
زيت بذور الليمون Lemon seed oil	Citrus limonum	٣٠ — ٣٥ بذور
زيت بذور الزيزفون Linden seed oil	Tilia parifolia	١٣ — ٢٣ بذور
زيت بذر الكتان Linseed oil	Linum usitatissimum	٣٥ — ٤٠ بذور
زيت بذر الخرنوب Locust seed oil	Ceratonia siliqua	—
Macasser kernel oil زيت بذور kusam	Schleichera trijuga	٢٨ — ٤٣ بذور

الوزن النوعى (١٥/١٥°م)	معامل الانكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٨٧٦٠ — ٠٫٨٧٦٤ (٧٨/٤)	١٫٤٤٩٩ — ١٫٤٥٠٦ (٤٠°)	٤٠—٤٦	٢٢٩—٢٣٦	٥ — ٢٣	٠٫٥—١٫٦	—
٠٫٩٣٢ — ٠٫٩٣٥ (١٥٫٥°)	١٫٤٨١ (٢٠°)	٢٠—٢٢	١٩٠—١٩٦	١٥٠—١٩٠	٠٫٥—٢٫٥	٢٨
٠٫٩٩٠ (١٥°)	١٫٤٥٥٢ — ١٫٤٥٧٦ (٤٠°)	٤٦—٥٦	٢٠٨—٢٣٧	٥ — ١٧	٠٫٥—١٫٧	٥٥ - ٥٩
٠٫٩٢٣ (٢٨°)	١٫٤٦١٥	—	١٨٤٫٦	١٠٢٫٦	٢٫٣	—
٠٫٩٢٠ — ٠٫٩٢٦	١٫٤٦٦ (٤٠°)	٠	١٨٩—١٩٦	٧٤—١٠١	٠٫٥—١٫٦	٢٧—٣٨
٠٫٩٣٤ — ٠٫٩٣٨	١٫٤٤١ (٦٠°)	٢٨—٤٨	١٩٣—٢٠٣	٤٦—٦٦	٠٫٢—٠٫٤	٣٤—٤٢
٠٫٩٢٥ — ٠٫٩٥٣	١٫٤٧١ — ١٫٤٧٩	٣٢—٣٦	١٩٥—٢١٠	٦٥—٩٦	—	١٥—١٩
٠٫٩٢١ — ٠٫٩٢٣ (١٥٫٥°)	١٫٤٦٥٩ — ١٫٤٦٦٩	—	١٨٨—١٩٦	١٠٣—١٠٩	—	٣٢—٣٨
—	—	—	١٨١٫٨	١٢٥٫٥	١٫٨	—
٠٫٩٣١ — ٠٫٩٣٨	١٫٤٨٠٨ — ١٫٤٨٥٩	إلى ١٦ — — ٢٥	١٨٨—١٩٦	١٧٠—٢٠٤	٠٫٥—١٫٧	١٩—٢١
٠٫٩٥١ (١٥٫٥°)	—	—	١٩٨—٢٠٦	٩٨—٩٩	٢٫٩	٢٥
—	١٫٤٥٩٧ (٤٠°)	٢٢	٢١٥—٢٣٠	٤٨—٦٩	١٫٥—٧	٥٢

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
Malabar tallow	Vateria indica	٢٢—٢٧ بذور
Margosa oil زيت بذور وثمار شجرة نيم (neem oil)(nim oil)	Melia azadirachta	٤٣—٤٤ر٥ حبوب
Menhaden oil زيت سمك المنهيدن	Alosa menhaden	—
Montan wax الشمع الجبلي	Lignite and peat	—
Murumuru fat دهن جوز النخيل المصوى،	Astrocaryum murumuru	٣٦—٤٢ حبوب
Mustard seed (white) oil زيت بذور الخردل الأبيض	Brassica alba	٢٤—٣٦ حبوب
Mutton tallow دهن الضأن	Sheep	—
Myrtle wax شمع الآس	Myrica cerifera	١٥—٢٠ ثمار
Neat's-foot oil زيت قدم الثور	Feet & shinbones of cattle, sheep and horses	—
Nutmeg butter زيت جوزة الطيب	Myristica fragrans	٤٠ بذور
Oat oil زيت الشوفان (الخرطال، الهرطمان)	Avena sativa	٣—٥
Oiticica oil زيت بذور شجرة أويتسيكا البرازيلية (زيت جاف)	Licania rigida	٥٠—٦٢ حبوب
Okra seed oil زيت البامية	Hibiscus esculentus	١٥—٢٢ بذور

الوزن النوعى (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٨٩٠ (١٠٠/١٠٠)	١٫٤٥٧٤ — ١٫٤٥٩٠ (٤٠°)	٣٠—٤٠	١٨٧—١٩٢	٣٦—٤١	١٫٢—٢٫٥	٥٣—٥٥
٠٫٩١٥٩ — ٩١٨٢ (٣٠/٣٠)	١٫٤٦١٦ — ١٫٤٦٢٣ (٤٠°)	—	١٨٦—٢٠٤	٧٠—٧٣	٠٫٧—٧	—
٠٫٩٢٩ — ٠٫٩٣١	١٫٤٨١	—٥	١٨٩—١٩٥	١٥٤—١٨٠	٠٫٢—١٫٦	٣١—٣٣
—	—	٧٨—٩٠	٦٠—١٠٥	١٠—٢٠	٥٠	—
٠٫٩٢٠	١٫٤٤٩٩ — ١٫٤٥٠٧	٣٢—٣٥	٢٣٧—٢٤٧	١١—١٣	٠٫٦—٠٫٧	٣٦
٠٫٩١٢٥ — ٠٫٩١٦٠	١٫٤٧٥٠ (١٥٫٥°)	— ٨ إلى — ١٦	١٧٠—١٧٨	٩٣—١٠٩	٠٫٨—١٫٠	٩ — ١٠
٠٫٩٣٧ — ٠٫٩٦١	١٫٤٥٠ (٦٠°)	٤٠—٤٩	١٩٢—١٩٨	٣١—٤٧	٠٫٢—٠٫٣	٣٩—٥٢
٠٫٩٩٥	١٫٤٥١١ (٤٠°)	٤٠—٤٦	٢٠٥—٢١٢	١—٤	٢٫٥	٤٦
٠٫٩١٥ — ٠٫٩٢٠	١٫٤٦٨ (٢٠°)	— ٤ إلى + ١٠	١٩٢—١٩٧	٦٧—٧٣	٠٫١—٠٫٧	٢٤—٢٧
٠٫٩٤٥ — ٠٫٩٦٠	١٫٤٦٦٢ — ١٫٤٧٠٤	٣٨—٥١	١٦٨—١٨١	٤٥—٥٩	١٠	٤٠—٤٥
٠٫٩٢٥	١٫٤٧٠١ (٤٠°)	—	١٨٥—١٩٩	١٠٠—١١٦	١٫٣—٢٫٦	—
٠٫٩٦٣٠ — ٠٫٩٦٩٧	١٫٥٠٧٠ — ١٫٥١٤٠ (٤٠°)	—	١٨٦—١٩٠	١٣٩—١٥٥	٠٫٤—١٫٠	٤٤٫٨ — ٤٧٫٤
٠٫٩١٦٠ — ٠٫٩١٨٧ (٢٥/٢٥)	١٫٤٦٩٢ — ١٫٤٧٠٢ (٢٥°)	—	١٩٥—١٩٦	٩٣—١٠٠	—	١٨—٢٥

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
زيت بذر الزيتون Olive kernel oil	Olea europea	٢٥—٢٨
زيت الزيتون Olive oil	Olea europea	٢٥—٦٠ ثمار
Olive oil foots	Olea europea	—
زيت بذر البرتقال Orange seed oil	Citrus aurantium	٤٠—٤٥ بذور
Otoba butter	Virola otoba	—
زيت نواة البلح Palm kernel oil	Elaeis guineensis	٤٠—٥٠
زيت النخيل Palm oil	Elaeis guineensis	٣٠—٧٠ لب
زيت بذر البقدونس Parsley seed oil	Petroselinum sativum	٢٠ بذور
زيت نواة الخوخ Peach kernel oil	Prunus persica	٣٢—٤٥
زيت الفول السودانى Peanut oil	Arachis hypogaea	٤٠—٥٠
زيت جوز البقان Pecan kernel oil	Hicoria pecan	٦٠—٧٠

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير التصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠,٩١٨٤ — ٠,٩١٩١	١,٤٦٨٢ — ١,٤٦٩٠ (٢٥°)	—	١٨١ — ١٨٩	٨٢ — ٨٧	—	—
٠,٩١٤٥ — ٠,٩١٩٠	١,٤٦٧٠ — ١,٤٦٧٥	— ٦ إلى + ١٠	١٨٨ — ١٩٦	٧٨ — ٨٦	٠,٥ — ١,٥	١٧ — ٢١
٠,٩١٤ — ٠,٩٢٠	١,٤٧١	—	١٨٩ — ١٩٥	٧٨ — ٨٥	١,٧ — ٣	١٧ — ٢٤
٠,٩٢١ — ٠,٩٢٥ (١٥,٥°)	١,٤٦٣٨ — ١,٤٦٤٧ (٤٠°)	—	١٩٤ — ١٩٧	٩٨ — ١٠٤	—	٣٤ — ٣٥
٠,٩٢٩٣ (٢٠/٢٠)	١,٤٧١٠ (٤٠°)	٣٥ — ٣٨	١٨٥ — ١٩٩	٢٠ — ٥٤	٢٠	٣٧
٠,٩٣٠	١,٤٤٩٢ — ١,٤٥١٧ (٤٠°)	٢٤ — ٣٠	٢٤٥ — ٢٥٥	١٤ — ٢٢	٠,٢ — ٠,٨	٢٠ — ٢٥
٠,٩٢١ — ٠,٩٢٥	١,٤٥٣١ — ١,٤٥٨٠ (٤٠°)	٢٧ — ٥٠	١٩٥ — ٢٠٥	٤٤ — ٥٨	٠,٢ — ٠,٨	٤٠ — ٤٧
٠,٩٢٤	١,٤٧٧٨ (٣٥°)	—	١٧٦,٥	١٠٩,٥	٢,٢ — ٣	—
٠,٩١٨ — ٠,٩٢٥	١,٤٦٨٢ — ١,٤٧٠١ (٢٥°)	— ٢٠ إلى — ٢٣	١٨٩ — ١٩٦	٩٢ — ١١٠	—	٥ — ١٣,٥
٠,٩١١٨ — ٠,٩١٤٥ (٢٠°)	١,٤٦٨٠ — ١,٥٧٢٠ (٢٠°)	٠ — ٣	١٨٨ — ١٩٦	٨٤ — ١٠٠	٠,٢ — ١,٠	٢٦ — ٣٢
٠,٩١٤١ (٢٥°)	١,٤٦٩٢ (٢٥°)	—	١٩٠	١٠٠	٠,٤	—

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
Perilla oil زيت بذور نعناع من جنس بريلــــــلا	Perilla ocymoides	٤٥—٣٥ بذور
Pine seed oil زيت بـــذور الصنوبر	Pinus monophylla	١٦
Pistachio nut oil زيت جوزة الفستق	Pistacia vera	٥٠—٤٥
Plum kernel oil زيت نواة البرقوق	Prunus domestica	٤٢—٣٠
زيت بذور الخشخاش Poppy seed oil	Papaver somniferum	٥٠—٤٤ بذور
زيت جســـم خنزير البحر Porpoise, bodv (الدولفين)	Phocaena communis	—
زيت فك الدولفين Porpoise, jaw	Phocaena communic	—
Pumpkin seed oil زيت بذور اليقطين	Cucurbita pepo	٣٥—٣٠ بذور
Rabbit fat دهن الأرنب	Lepus cuniculus	—
Radish seed oil زيت بذور الفجل	Raphanus sativus	٥٠—٤٥ بذور
زيت بذور الرّجيد Ragweed seed oil	Ambrosia eliator	١٨٫٣ بذور
Rambutan tallow	lappaceum	٤٠—٣٤ بذور
زيت بذور اللفـــت Rape seed oil	Brassica Campestris vars.	٤٥—٣٠ بذور

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٠°)	نقطة الإنصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٩٣٠ — ٠٫٩٣٧	١٫٤٨٣٦ — ١٫٤٨٥٦	—	١٨٧—١٩٧	١٩٣—٢٠٨	٠٫٤ — ١٫٥	١٢—١٧
٠٫٩١١ (٢٠°)	١٫٤٧٣٣	—	١٨٤—١٨٩	١٠٢—١٠٩	٢٫٠	—
٠٫٩١٧٩ — ٠٫٩٢٠٠	١٫٤٧٢٩ (٢٠°)	— ٨ إلى — ١٠	١٨٨—١٩٣	٨٣—٩٨	١٫٠—٣٫١	١٣—١٤
٠٫٩١٦ — ٠٫٩٢١	١٫٤٦٤٠ — ١٫٤٧٠٠ (٢٥°)	— ٥ إلى — ١٧	١٨٨—١٩٨	٩١ ١٠٥	٠٫٦	١٢—١٥
٠٫٩٢٤ — ٠٫٩٢٧	١٫٤٦٧ — ١٫٤٧٠ (٤٠°)	— ١٥ إلى — ٢٠	١٨٩—١٩٦	١٣٢—١٤٣	٠٫٥—٠٫٧	١٥—١٩
٠٫٩٢٦ — ٠٫٩٣٧	١٫٤٦٢ (٢٥°)	—١٦	١٩٥	١١٠—١٢٠	٢—٤	—
٠٫٩٢٦	—	—	٢٥٠—٢٧٠	٣٠—٥٠	١٦	—
٠٫٩٢٠ — ٠٫٩٢٥	١٫٤٦٦٨ — ١٫٤٦٨٥ (٤٠°)	—١٦	١٨٨—١٩٨	١٢٠—١٣٠	٠٫٦—١٫٦	٢٦—٢٨
٠٫٩٣٤ — ٠٫٩٣٦	١٫٤٥٨٦ (٤٠°)	٣٥—٤٥	١٩٩—٢٠٢	٧٠—١٠٠	—	٣٥—٤١
٠٫٩١٦٥ — ٠٫٩١٧٨ (١٥٫٥°)	١٫٤٧١٠ — ١٫٤٧٢٢ (٢٠°)	—	١٨٠—١٨٢	٩٠—١٠٤	—	—
٠٫٩٢١٠ (٢٥/٢٥°)	١٫٤٦٨٦	—	١٨٩٫٢	١٤٠٫٧	—	—
٠٫٨٦٢٩ (٩٩/١٥٫٥°)	١٫٤٥٩٠ (٤٠°)	٤٢—٤٦	١٩٣—١٩٤	٣٩—٤٤	٠٫٥	٥١—٥٧
٠٫٩١٣٩ — ٩١٦٠ (١٥٫٥°)	١٫٤٧٣٠ — ١٫٤٧٥٧	+ ١٠ إلى — ١٠	١٧٠—١٨٠	٩٧—١٠٨	٠٫٥—١٫٥	١٢ ١٥

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعى	الدهن ٪
زيت بذور توت الأرض (الفريز) Raspberry seed oil	Rubus idaeus	١٣٫٤ بذور
Ravison oil	Brassica Campestris	٤٠—٣٣ بذور
زيت الراى (الشفن ، الشفنين البحرى) Ray oil	Raya sp.	—
زيت الأرز Rice oil	Oryza sativa	١٦—٨
زيت بذور المطاط Rubber seed oil	Hevea brasiliensis	٢٥—٢١ بذور
زيت جنين الجاودار Rye germ oil	Secale cereale	١١
زيت بذور القرطم (العصفر) Safflower seed oil	Carthamus tinctorius	٣٦—٢٤ بذور
زيت السلمون (سمك سليمان) Salmon oil	Salmo sp.	—
زيت السردين Sardine oil	Clupea sardinus	—
زيت كبد السردين Sardine liver oil	Clupea sardinus	— ١٣٫٦ ١٦٫٣
زيت الفقمة (عجل البحر) Seal oil	Phoca sp.	—
زيت السمسم Sesame oil	Sesamum indicum	٥٧—٥٠

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الانصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير التصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
—	—	—	١٨١	١٠٥	٢٢,٨	—
٠,٩١٥ — ٠,٩٢٢	١,٤٧٥ (٢٠°)	— ٨ إلى — ١٠	١٧٣—١٨١	١٠٥ - ١٢٢	١,٤—٢	—
٠,٩٣٠	١,٤٨٤ (٢٠°)	—	١٦٠—١٨٥	١٤٠—٢٠٠	١,٥ — ١٢,٥	٢١—٢٤
٠,٩١٣ — ٠,٩٢٨	١,٤٦٥٨ - ١,٤٦٧٠ (٤٠°)	— ٥ إلى — ١٠	١٨٣—١٩٤	٩٢ — ١٠٩	٣ — ٥	٢٧—٢٩
٠,٩٢٣ — ٠,٩٣٢	١,٤٦٦٥ — ١,٤٦٨٥ (٤٠°)	—	١٨٦—١٩٦	١٣٧—١٤٤	٠,٥ — ١,٠	٢٧—٣٣
٠,٩٢٣ — ٠,٩٢٨ (٢٠/٤)	١,٤٧٧٩ — ١,٤٧٩٥ (٢٠°)	—	١٧٦—١٨٠	١٣٥—١٤٠	١,٠—٧,٣	—
٠,٩٢٣ — ٠,٩٢٨	١,٤٦٧٩ — ١,٤٦٩٣ (٤٠°)	— ١٣ إلى — ٢٠	١٨٧—١٩٤	١٣٠—١٥٠	٠,٥—١,٥	١١—١٧
٠,٩٢٥ (١٥,٥°)	١,٤٧٨ (٢٠°)	—	١٨٣—١٨٦	١٣٠—١٦٠	١	—
٠,٩٣٣	١,٤٨٢ (١٨°)	٢٠—٢٢	١٨٦—١٩٣	١٦٠—١٩٠	٠,٣—١	٢٨—٣٤
٠,٩٢٢٩ — ٠,٩٣٤٧	١,٤٨١٥ — ١,٤٨٣٨ (٢٠°)	—	١٧٧—١٩٥	١٨٥—١٩٥	٣,٤—٥,٤	—
٠,٩٢٥ — ٠,٩٣٠	١,٤٧٠ (٤٠°)	+ ٣ إلى — ٣	١٨٨—١٩٦	١٣٠—١٥٠	٠,٤—١,٥	١٣—١٩
٠,٩٢٠ — ٠,٩٢٦	١,٤٧٤٢ — ١,٤٧٦٢	٠ إلى — ٦	١٨٨—١٩٥	١٠٣—١١٦	٠,٧—١,٨	٢٠—٢٤

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
Shark liver oil زيت كبد القرش	Cetorhinus maximus et al.	—
Shark oil زيت سمك القرش	Cetorhinus maximus et al.	—
Shea butter	Butyrosperum parkii	٤٥—٥٥ حبوب
Soap tree kernel oil	Sapindus trifoliatus	٣٤ بذور
Soybean oil زيت فول الصويا	Soya max	١١—٢٥ بذور
Sperm whale body oil زيت جسم حوت العنبر	Physeter macro-cephalus	—
Sperm whale head oil زيت رأس حوت العنبر	Physeter macro-cephalus	—
Spermaceti العنبرية (مادة شمعية مستخرجة من زيت رأس العنبر)	Physeter macro-cephalus	—
Stillingia oil (Tallow seed oil) زيت بذور شجرة (tallow tree)	Stillingia sebifera	٤٠—٥٠ حبوب
Sumach seed oil زيت بذور السماق	Rus coriaria	١٤ بذور
Sun flower seed oil زيت بذور عباد الشمس (دوّار الشمس)	Helianthus annus	٢٢—٣٢ بذور
Talloil زيت الصنوبر الراتنجي (من بقايا الخشب)	Pinaceae	—
Tea seed oil زيت بذور الشاي	Thea sasangua	٤٢ بذور

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الانكسار (١٥°م)	نقطة الانصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠٫٩١٩ (٢٥°)	١٫٤٨٠٣ (٢٥°)	—	١٧٢ — ١٨٢	١٢٦ — ١٤٣	٢٫٩ — ١٥٫٤	—
٠٫٩١٦ — ٠٫٩١٩	١٫٤٧٧ — ١٫٤٩١ (٢٠°)	—	٢٥ — ١٦٠	١٦٠ — ٣٥٠	٢٠ — ٩٠	—
٠٫٩١٧ — ٠٫٩١٨	١٫٤٦٣٥ — ١٫٤٦٦٨ (٤٠°)	٢٧ — ٤٢	١٧٨ — ١٩٦	٥٦ — ٦٥	٢٫٢ — ١١	٤٨ — ٥٤
٠٫٨٥٤٠ (١٠٠°)	١٫٤٧٦٤ (٢٥°)	—	١٩٤	٥٨٫٣	١٫٢	—
٠٫٩٢٢ — ٠٫٩٢٧	١٫٤٧٦٥ — ١٫٤٧٧٥	٨ إلى — ١٨	١٨٩ — ١٩٥	١٢٠ — ١٤١	٠٫٢ — ١٫٥	٢٠ — ٢٤
٠٫٨٧٦ — ٠٫٨٧٧	١٫٤٦٢ (٢٥°)	—	١٢٢ — ١٣٠	٨٨ — ٩٣	٣٣ — ٤٤	٦ — ١٣
٠٫٨٨١ — ٠٫٨٨٥	١٫٤٥٩ (٢٥°)	—	١٤٠ — ١٤٤	٦٠ — ٧٦	٣٩ — ٤٣	١١ — ١٢
٠٫٩٠٥ — ٠٫٩٦٠	—	٤٢ — ٥٠	١٢٥ — ١٣٦	٣ — ١٠	٥٢	—
٠٫٩٣٩ — ٠٫٩٤٦	١٫٤٨٢ (٢٥°)	—	٢٠٣ — ٢١٢	١٤٦ — ١٧٦	٠٫٤ — ١٫٥	٤ — ١٢
—	—	—	١٩١٫٩	٩٧٫٥	١٫٦٣	—
٠٫٩٢٠ — ٠٫٩٢٦	١٫٤٦٦٣ — ١٫٦٨٤ (٤٠°)	١٦ إلى — ١٩	١٨٨ — ١٩٤	١٢٥ — ١٣٦	٠٫٣ — ١٫٥	١٦ — ٢٠
٠٫٩٥٠ — ١٫٠٠ (١٥٫٥°)	١٫٤٩٥٨ (٢٠°)	—	١٢٠ — ١٨٥	١٢٠ — ١٨٨	٦ — ٣٠	—
٠٫٩١٥ — ٠٫٩١٩	١٫٤٦٩١ (٢٠°)	٥ إلى — ١٢	١٩٠ — ١٩٦	٧٨ — ٩٣	٠٫٢	١٣ — ١٥

الدهن أو الزيت أو الشمع	المصدر الطبيعي	الدهن ٪
Tobacco seed oil زيت بذور التبغ	Nicotina tabacum	٣٣—٣٨ بذور
Tomato seed oil زيت بذور الطماطم	Solanum esculentum	١٨—٢٣ بذور
Tucum palm kernel oil	Astrocaryum vulgare	٤٥—٤٨ حبوب
Tucum palm oil	Astrocaryum vulgare	٣٥—٣٨ لب
Tung oil زيت التانغ (شجرة التانغ)	Aleurites fordii, A. montana	٤٠—٥٨ بذور
Turte oil (body)	Ocadia sinensis	٦٫٤
Walnut (black) oil زيت جوز (أسود)	Juglans nigra	٦٠ حبوب
Walnut oil زيت جوز	Juglans regia	٦٠—٧٠ حبوب
Whale oil زيت الحوت	Balaena mysticetus	—
Wheat oil زيت القمح	Triticum sp.	٢ بذور
White grease الدهن الأبيض (دهن خنزير غير صالح للأكل)	Hogs	—
Wool grease دهن الصوف (اللانولين)	Sheep's wool	—
Yellow grease الشحم الأصفر (دهن خنزير غير صالح للأكل)	Hogs & cattle	—

الوزن النوعي (١٥/١٥°م)	معامل الإنكسار (١٥°م)	نقطة الانصهار (°م)	رقم التصبن	رقم اليود	المادة غير المتصبنة ٪	نقطة التجمد (°م)
٠,٩٢٣٢ — ٠,٩٢٥٠	١,٤٧٣٩ — ١,٤٨٢٨ (٢٥°)	— ٢٥	١٨٦—١٩٧	١٣١—١٤٧	١,٠—١,٤	١٨
٠,٩١٨٤ — ٠,٩١٩٦ (٢٥°)	١,٤٧١٥ — ١,٤٧٢٨ (٢٥°)	—	١٨٤ - ١٩٢	١١٨ - ١٢٥	—	—
٠,٨٦٧ (١٥/١٠٠°)	١,٤٤٩٧ — ١,٤٥٠٥ (٤٠°)	٣٠—٣٢	٢٤٠—٢٤٩	١١—١٤	٠,٣	٢٦—٢٧
—	١,٤٦١٠ (٤٠°)	—	٢٢٠	٤٦,٤	٠,٨	—
٠,٩٣٦ — ٠,٩٤٩	١,٥١٦٣ — ١,٥٢١٣ (٢٠°)	٢—٣	١٨٩—١٩٥	١٦٠—١٧٥	٠,٤—١,١	٣١—٣٨
٠,٩١١٤ (٣٠/٤°)	١,٤٦٤٨ (٣٠°)	١٠—١٩	٢٠٢	٩٣,٣	٢,٨	—
٠,٩٢١٥ — ٠,٩٢٩	—	—	١٩١—١٩٥	١٣٥—١٤٤	٠,٤	—
٠,٩٢٤ — ٠,٩٢٩	١,٤٦٩ — ١,٤٧١ (٤٠°)	— ١٥ إلى — ٢٨	١٨٩—١٩٧	١٣٢—١٥٣	٠,٢—٠,٥	١٣—١٦
٠,٩١٧ — ٠,٩٢٦	١,٤٦٨ — ١,٤٧٢ (٢٥°)	— ٢	١٨٨—٢٠٢	٩٠—١٥٠	١—٤	١٠—٢٤
٠,٩٢٤ — ٠,٩٢٩	١,٤٧٦٢ — ١,٤٨٦١ (٢٠°)	٠	١٨٠—١٩٠	١١٥—١٢٦	٢ - ٥	٢٩—٣٠
٠,٩٣٤ — ٠,٩٣٨	١,٤٤١ (٦٠°)	٣٦—٤١	١٩٣—٢٠٠	٤٦—٦٦	٠,٢—٠,٤	٣٤—٤٢
٠,٩٤١ — ٠,٩٤٥ (١٧°)	١,٤٨٠ (٤٠°)	٣١—٤٢	٨٨—١١٠	١٥—٤٧	٣٥—٥٠	٤٠
—	—	—	١٩٨	—	٠,٥٤	٣٨,٢

اختبار غش الزبد :

تفيد تقديرات قيمة رايخارت — ميسل وقيمة بولنسك وقيمة كرشنر فى التعرف على غش الزبد بالزيوت النباتية ، إذ فى حالة الغش تختلف هذه القيم عنها فى حالة الزبد غير المغشوش — كما يتضح ذلك من الجدول التالى :

الزيت أو الدهن	قيمة رايخارت ميسل	قيمة بولنسك	قيمة كرشنر
زبد	٢٢ — ٣٢	٢ — ٤	٢٠ — ٢٥
زيت جوز هند	٦ — ٨	١٤ — ١٦	١ — ٢
زيت عار النخيل	٥ — ٧	١٠ — ١٢	٠٫٥ — ١
زيت babassu	٥ — ٧	١٠ — ١٢	٠٫٥ — ١
زيت cohune	٦ — ٨	١٤ — ١٦	١ — ٢
زيوت أخرى	أقل من ١	أقل من ١	أقل من ٠٫٥

أثر الهدرجة فى ثوابت الزيت أو الدهون :

فى حالة هدرجة الزيوت أو الدهون تتغير ثوابتها ، فعلى سبيل المثال عند هدرجة بعض الزيوت هدرجة كاملة تصبح ثوابتها كما يلى :

الزيت أو الدهن	معامل الإنكسار (٦٠° مئوية)	نقطة الإنصهار م°	نقطة التجمد م°
زيت جوز هند	١٫٤٤٠٠	٤٤٫٨	٤٢٫٠
زيت ذرة	١٫٤٤٧٠	٦٩٫٠	٦٥٫٠
زيت بذرة قطن	١٫٤٤٦٢	٦٢٫٠	٦١٫٥
زيت سردين	١٫٤٤٦٤	٦٠٫٠	٥٥٫٠
زيت سمسم	١٫٤٤٦٦	٦٨٫٠	٦٦٫٠
زيت فول صويا	١٫٤٤٦٤	٦٨٫٠	٦٥٫٥
زيت بذرة عباد شمس	١٫٤٤٧٢	٦٩٫٥	٦٥٫٠
دهن بقرى	١٫٤٤٥٦	٦١٫٠	٦٠٫٥

الأحماض الدهنية فى بعض الدهون المنتشرة :

فيما يلي النسب المئوية للأحماض الدهنية فى بعض الدهون والزيوت المعروفة .

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
Babassu kernel oil	آثار	كاپرويك
زيت باباسو	٤ — ٧	كاپريليك
	٢ — ٨	كاپريك
	٤٤ — ٤٦	لوريك
	١٥ — ٢٠	ميرستيك
	٦ — ٩	بالمتيك
	٣ — ٦	استياريك
	١٢ — ١٨	أوليك
	١ — ٢	لينوليك
زبد الكاكاو	٢٤ — ٢٥	بالمتيك
	٣٤ — ٣٦	استياريك
	٣٨ — ٤٠	أوليك
	٢ — ٣	لينوليك
زيت الخروع	١ — ٣	أحماض مشبعة
	آثار — ٨	أوليك
	٣ — ٨	لينوليك
	٨٦ — ٩٤	ريسينوليك
	٠٫٥ — ١	ثانى هيدروكسى استياريك

الزيت أو الدهون	النسبة المئوية للحامض	الحـــامض
شحم نبـاتـــى صينى Chinese vegetable tallow	١—٣	لوريك
	٠٫٥—٦	ميرستيك
	٤٧—٧٠	بالمتيك
	١—٨	استياريك
	٢٠—٤٦	أوليك
	١—٣	لينوليك
زيت جوز هند	٠٫٢—٠٫٨	كابرويك
	٥—٩	كابريليك
	٥—١٠	كابريك
	٤٤—٥١	لوريك
	٧—١١	بالمتيك
	١—٣	استياريك
	٠٫٢—١٫٥	أراشيديك
	آثار—١٫٣	بالميتوليك
	٥—٨	أوليك
	آثار—٢٫٥	لينوليك
زيت كبد الحوت	٢—٦	ميرستيك
	٨—١٤	بالمتيك
	آثار—١	استياريك
	٠٫٥—٢	ميرستوليك
	١٠—٢٠	ك$_{١٦}$(—٢يد)
	٢٥—٣١	ك$_{١٨}$(—٣يد)
	٢٥—٣٢	ك$_{٢٠}$(—٦يد)
	١٠—٢٠	ك$_{٢٢}$(—٧يد)

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامـــض
زيت الذرة	٢ر٠ — ٥ر١	ميرستيك
	٨ — ١٣	بالمتيك
	١ — ٤	استياريك
	٤ر٠ — ٥ر١	أراشيديك
	٢ر٠	ليجنوسيرك
	٢ر٠ — ٥ر١	بالميتوليك
	٢٤ — ٤٦	أوليك
	٣٤ — ٦١	لينوليك
	٦ر٠	لينولنيك
	٥ر١ — ٢	أراشيدونيك
زيت بذرة القطن	٥ر٠ — ٣	ميرستيك
	١٧ — ٢٣	بالمتيك
	١ — ٣	استياريك
	١ر٠ — ٥ر١	أراشيديك
	٨ر٠ — ٥ر٢	بالميتوليك
	١٨ — ٤٤	أوليك
	٣٤ — ٥٥	لينوليك
زيت الرنجة	٥ر٦ — ٨	ميرستيك
	٥ر١١ — ١٦	بالمتيك
	آثار — ١	استياريك
	آثار — ١ر٠	أراشيديك
	٢ر٠ — ٢ر١	ك$_{١٤}$(٢يد)
	٥ر٤ — ١٢	ك$_{١٦}$(— ٤ر٢ إلى ٤ر٣ يد)
	١٦ — ٢٥ر٢	ك$_{١٨}$(— ٩ر٢ إلى ٨ر٤ يد)
	٢٢ — ٣٠	ك$_{٢٠}$(— ٩ر٣ إلى ٥ر٥ يد)

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
	٢١٫٥—٢٩	ك$_{٢٢}$ (—١٫٤ إلى —٧٫٥ يد)
	آثار—٠٫١	ك$_{٢٤}$ (—٨٫٣ يد)
زيت بذر الكتان	٥—١٠	بالمتيك
	٣—٨	استياريك
	٠٫٥—١	أراشيديك
	١٢—٣٠	أوليك
	٨—٢٩	لينوليك
	٣٥—٦٧	لينولنيك
زيت Menhaden سمك المنهيدين	٦—٨٫٥	ميرستيك
	١٥—١٦	بالمتيك
	١٫٥—٥	استياريك
	٠٫١—٦	ميرستوليك
	١٥—٢٣٫٥	ك$_{١٦}$ (—٢ إلى —٢٫٤ يد)
	٢٣٫٥—٣٠	ك$_{١٨}$ (—٣٫٣ إلى —٤ يد)
	٨—١٩	ك$_{٢٠}$ (—٦٫٥ إلى —١٠ يد)
	٣٫٥—١٢	ك$_{٢٢}$ (—٤٫٦ إلى —١٠ يد)
	٤—٧	ك$_{٢٤}$ فأكثر
دهن لبن بقرى	٢٫٦—٤	بيوتريك
	١٫٤—٢	كابرويك
	٠٫٥—١٥	كابريليك
	١٫٦—٢٫٧	كابريك
	١٫٧—٣٫٧	لوريك
	٨—١٣	ميرستيك
	٢٥—٣٢	بالمتيك

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
	٨ — ١٣	استياريك
	٠٫٤ — ٢٫٤	أراشيديك
	٠٫١ — ٠٫٣	دسينويك
	٠٫١ — ٠٫٤	دوديسينويك
	٠٫٦ — ١٫٦	ترادسينويك
	١٫٦ — ٥	هكسادسينويك
	٢٦٫٥ — ٣٤	أوليك
	٢٫٥ — ٤	لينوليك
	٠٫٣ — ١٫٨	ك$_{٢٠}$ إلى ك$_{٢٢}$ غير مشبعة
زبد Mowrah	١	ميرستيك
	١٦ — ٢٧	بالمتيك
	١٩ — ٢٥	استياريك
	٣	أراشيديك
	٤١ — ٤٥	أوليك
	٩ — ١٤	لينوليك
زيت Oiticica oil	٦ — ٨	ميرستيك
	٤ — ٥	استياريك
	٤ — ١١	أوليك
	٥ — ٦	لينوليك
	٥٥ — ٦١	ألفاليسانيك
	١٦ — ١٧	ألفا إليوستياريك
زيت زيتون	آثار — ١	ميرستيك
	٧ — ٢٠	بالمتيك

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
	٠ — ٣	استياريك
	٥ر٠ — ٣ر١	أراشيديك
	٤ر٠ — ٥ر٢	بالميتولييك
	٦٥ — ٨٦	أولييك
	٥ — ١٥	لينولييك
	٢ر٠ — ٣	إيكوزينويك
دهن الثور	٢ — ٨	ميرستيك
	٢٤ — ٣٢	بالمتيك
	١٤ — ٢٨	استياريك
	٣٩ — ٥٠	استياريك
	٣٩ — ٥٠	أولييك
	١ — ٥	أحماض أوكتاديكادای إينويك
زيت ثمار النخيل	آثار — ٥ر١	كاپرويك
	٣ — ١٠	كاپريليك
	٣ — ١٥	كاپريك
	٣٨ — ٥٢	لوريك
	٧ — ١٨	ميرستيك
	٢ — ١٠	بالمتيك
	١ — ٣	استياريك
	آثار — ٥ر٠	أراشيديك
	آثار — ٧ر٠	بالميتولييك
	١١ — ٢٤	أولييك
	١ — ٣	لينولييك

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
زيت النخيل	٠ر٥ — ٦	ميرستيك
	٣٥ — ٤٠	بالمتيك
	٢ — ٨	استياريك
	٤٠ — ٥٠	أوليك
	٥ — ١١	لينوليك
زيت فول سوداني	٦ — ١٠	بالمتيك
	٣ — ٦	استياريك
	٢ — ٤	أراشيديك
	آثار — ٣	بيهنيك
	١ — ٣	لجنوسيرك
	٤٠ — ٧١	أوليك
	١٣ — ٣٨	لينوليك
زيت Perilla بذور نعناع من جنس بريللا	٦ر٧ — ٦ر٧	بالمتيك + استياريك
	٤ — ١٤	أوليك
	١٦ — ٤٥	لينوليك
	٤٤ — ٧٠	لينولنيك
دهن الخنزير (الظهر)	٠ر٧ — ١ر٣	ميرستيك
	٢٥ — ٣١	بالمتيك
	١١ر٥ — ١٦ر٥	استياريك
	آثار — ٠ر٣	تتراد سينويك
	٢ — ٥	هكسادسينويك
	٤٠ — ٥١	أوليك

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
	٣ — ١٢	أوكتاديكاداى إينويك
	١٫٧ — ٣	ك٢٠ إلى ك٢٢ غير مشبعة
زيت سمسم	٧ — ١٠	بالمتيك
	٣٫٥ — ٦	استياريك
	٠٫٤ — ١٫٢	أراشيديك
	٣٥ — ٥٠	أوليك
	٣٧ — ٤٩	لينوليك
زيت فول صويا	٠٫١ — ٠٫٤	ميرستيك
	٧ — ١١	بالمتيك
	٢٫٤ — ٦	استياريك
	٠٫٣ — ٢٫٤	أراشيديك + بهنيك + ليجنوسيرك
	٠٫١ — ١	بالمتوليك
	٢٢ — ٣٤	أوليك
	٥٠ — ٦٠	لينوليك
	٢ — ١٠	لينولنيك
زيت Tung oil التانغ	١ — ٥	بالمتيك
	٠٫٥ — ٢	استياريك
	٤ — ١٣	أوليك
	٨ — ١٥	لينوليك
	٦٦ — ٨٢	ألفا إليوستياريك
زيت القيطس	آثار — ٠٫٢	لوريك
	٤ — ١٠	ميرستيك
	١٠ — ٢٢	بالمتيك

الزيت أو الدهن	النسبة المئوية للحامض	الحامض
	٢ — ٤	استياريك
	٢ر٠ — ٦ر٠	أراشيديك
	١ — ٤	ميرستوليك
	١٢ - ١٩	ك$_{١٦}$ (— ٢ إلى ٥ر٢ يد)
	٣٣ — ٤٥	ك$_{١٨}$ (— ٢ر٢ إلى — ٣ يد)
	٨ — ١٩	ك$_{٢٠}$ (— ٨ر٤ إلى — ٥ر٧ يد)
	٤ر١ — ١٦	ك$_{٢٢}$ (— ٨ إلى — ١١ يد)

النسب المئوية لأنواع الزيوت والدهون :

يتوزع الإنتاج العالمى من الزيوت والدهون بالنسب التالية :

٣٥٪ دهون حيوانية ، ٣٥٪ زيوت نباتية غذائية ، ١٦٪ زيوت صناعية ، ١١٪ زيوت نخيل ، ٣٪ زيوت حيوانات بحرية .

الإنتاج المحلى من الزيوت والدهون :

عام ١٩٥٩ ، كان إنتاج واستهلاك واستيراد الزيوت والدهون فى الجمهورية مصر العربية فى حدود ما يلى ، وقد زاد معدل الانتاج فيما بعد

الزيت أو الدهن	الإنتاج طن	المستورد طن	الإستهلاك طن
زيوت نباتية غذائية	٨٦٠٠٠	١٠٠٠٠	٩٦٠٠٠
دهون حيوانية غذائية	٤٥٠٠٠	١٠٠٠٠	٥٥٠٠٠
زيوت صناعية	١٠٠٠٠	٤٠٠٠٠	٥٠٠٠٠

والنسبة السائدة من الزيوت النباتية المنتجة محليا تمثل زيت بذرة القطن ، إذا بلغ الإنتاج من هذا الزيت ١٠٣٠٠٠ طناً ، بينما بقية الزيوت النباتية بلغت ٢٠٠٠ طناً زيت سمسم ، ١٩٠٠ طناً زيت بذر كتان ، ٧٠٠ طناً زيت ذرة ، ٥٣٠ طناً زيت أرز ، ٣٠٠ طناً زيت زيتون ، ١٠٠ طناً زيت قرطم ، ١٠٠ طناً زيت خس ، ٦٠ طناً زيت فول سودانى (عام ١٩٦٠) .

وعلى سبيل المقارنة كان الإنتاج العالمى عام ١٩٥٩ من الزيوت والدهون هو ١٢٥٠٠٠٠٠ طناً زيوت نباتية غذائية ، ٤٣٠٠٠٠٠ طناً زبد ، ٤٥٢٥٠٠٠ طناً شحم خنزير ، ٤٢٢٠٠٠٠ طناً زيوت نخيل ، ١٦٣٥٠٠٠ طناً زيوت للصناعة ، ٣١٧٥٠٠٠ طناً دهن بقرى وشحومات ، ٩٩٥٠٠٠ طناً زيوت حيوانية بحرية ، أى بمجموع قدره ٣١٣٥٠٠٠٠ طناً منها ٧٥٠٠٠٠٠ طناً أنتجت فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها .

استعمالات الزيوت والدهون :

تستعمل الزيوت والدهون أساساً فى تغذية الإنسان . وتبدو بعض الزيوت والدهون من وجهة نكهتها مقبولة لدى المستهلكين بينما البعض الآخر لا يصبح مقبولا لديهم إلا بعد إزالة الرائحة منها . ويتفاوت ذوق المستهلك فى الدول المختلفة ، ولذلك فقد يستهلك أحد أنواع الزيوت بوضعه الخام فى دولة ما بينما يضطر الصانع إلى إزالة رائحة هـــذا الزيت ليصبح معداً للاستهلاك فى دولة أخرى . ومن أمثلة الزيوت والدهون التى تستهلك بدون إزالة رائحتهـا زيت الزيتون والزبد وشحم الخنزير ، بينما الزيوت التى يتحتم إزالة رائحتها يمثلها زيت بذرة القطن . ومن أمثلة الزيوت التى تستهلك بوضعها الخام فى الجمهورية العربية المتحدة بينما تزال رائحتها فى الدول الغربية زيت الفول السودانى وزيت عباد الشمس وزيت السيرج .

وتحضر دهون الخبيز المعروفة باسم Shortenings بقصد استعمالها فى صناعة المنتجات المخبوزة ، إذ أنها تكون مع الدقيق واللبن وباقى الخامات حالة مناسبة لإنتاج منتجات جيدة الصفات . مثل هذه الدهون كان قاصراً فى الماضى على شحم

الخنزير الذى حل محله مزيج من زيت بذرة القطن والأوليوستيارين . وحالياً تحضر دهون الخبيز هذه بهدرجة زيت بذرة القطن حتى يأخذ قواما ولزوجة مناسبين . وقد تفوق الدهن المحضر بالهدرجة على شحم الخنزير من وجهة الثبـــات وقوة الاستحلاب ، خصوصاً بالنسبة لصناعة الكيك والمنتجات المخبوزة التى تطول فترة بقائها قبل الاستهلاك .

وحالياً تتجه الصناعة فى الولايات المتحدة الأمريكية إلى هدرجة وإزالة رائحة شحم الخنزير . وإضافة مواد مانعة للأكسدة إليه بقصد إنتاج دهون جيدة للخبيز. وأشهر مانعات الأكسدة استخداماً هى مواد جالات البروبايل propyl gallate وصمغ الجواياك gum guaiac وحامض النورثنـــائى الإيدرو جوايارتيك nordihydroguaiaretic acid.

وتقسم الدهون النباتية عادة إلى قسمين ، هما الدهون المركبة compound أو الدهون المختلطة blended والدهون كاملة الهدرجة all-hydrogenated ، فالأولى تحضر بإضافة زيت مهدرج بدرجة كبيرة إلى زيوت سائلة أو مخلوط من زيوت سائلة وزيوت مهدرجة بدرجة قليلة حتى يصبح الدهن فى النهاية ذا درجة ثبات معينة . وقد يحضر بعض هذه الدهون باستعمال الأوليوستيارين أو الشحم البقرى لإعطاء القوام الصلب . وتحضر الدهون كاملة الهدرجة بهدرجة كل كمية الزيت ولو إلى درجة معينة ثم إضافة زيت تام الهدرجة بالقدر الذى يسمح بالحصول على دهن ذى درجة ثبات مرغوبة . ومن هذا يتضح أن الدهون كاملة الهدرجة تكون ذات رقم يودى أقل وبالتالى درجة ثبات أعلى وسعر أعلى من الدهون المختلطة. وهذه الدهون كاملة الهدرجة قد تكون معدة لجميع الأغراض all-purpose type أو خاصة بصناعة البسكوت biscuit and cracker type أو superglycerinated type . ففى حالة إعداد الدهن لصناعة البسكوت يهدرج الزيت جميعه حتى تصل درجة تماسكه إلى الحد المرغوب الذى يسمح باستخدامه على درجة حرارة الجو العادية . أما الدهن المرتفع الجليسريد فيحضر من الدهن المهدرج المعد لكل الأغراض بإضافة جليسريدات أحادية وثنائية إليه بنسبة خمسة فى المائة لتحسين خواص الاستحلاب وصفات الخبيز . وتستعمل الدهون كاملة الهدرجة فى عمليات التحمير

والأغراض المشابهة التى لا تستلزم لزوجة الدهن ولـكن يفضل فيها زيادة ثبات الدهن . ومن أمثلة هذه الدهون العينات الموضح تحليلها فى الجدول التالى :

الخواص	دهون مختلطة	دهون كاملة المدرجة	شحم خنزير
العدد اليودى	٩٠	٦٢	٦٧
الثبات (بطريقة سويفت) بالساعات	٢٠	٧٥	١٠
الأحماض الدهنية الحرة (٪ كأوليك)	٠,١٢	٠,٠٢	٠,٣٠
اللون (بشرائح لوفيوند)	R٢,٥–Y٢٠	R١,٢–Y١٠	R٠,٨ – Y٥
النكهة والرائحة	آثار	عديم	مميز
اللزوجة (بطريقة فرير)			
عند درجة ٥٠°ف	٣٠	٢٠	٥٠
٧٠	٧٥	٦٠	١١٠
٨٠	١٤٠	١١٥	١٦٠
٩٠	١٨٥	٢١٥	٢٥٠
٩٥	٢٣٠	٣٠٠	٤٠٠

اخترعت المرجرين margarine أثناء حروب نابليون على يد الـكيميائى الفرنسى Mège-Mouriès . وتحضر المرجرين بمزج الدهون الحيوانية أو الدهون النباتية ذات القوام المماثل لدهن الزبد بملح الطعام واللبن الفرز المعتنى بتسويته . وترجع نكهة المرجرين المميزة إلى حمض اللـكتيك فى اللبن وإلى رائحة ونكهة المواد المتـكونة من مزج اللبن بالدهن . وتتشابه المرجرين إلى حد كبير مع الزبد فى نكهتها وفى قوامها . ويجب أن تـكون المرجرين متماسكة تماماً على درجة حرارة ٣٥ إلى ٤٥° فهرنهيت ليتسنى تشكيلها بالأشكال المطلوبة . ويشترط فيها أيضاً أن تكون سهلة الإنصهار عند درجة أقل من ٩٨° فهرنهيت حتى لا تتعجن فى الفم ، كما يجب أن تكون سهلة الانتشار على درجة الحرارة العادية .

تحضر المرجرين بصور متعددة لاستخدامها فى أغراض الخبيز المختلفة . ومن أشهر هذه الصور النوع المعروف باسم puff-paste المصنوع من دهن ذى درجة

إنصهار مرتفعة أو من دهن أجرى استحلابه بإضافة الماء بدلا من اللبن . وهذا النوع من المرجرين يتكون من ٣٥ فى المائة أوليوستيارين و ٦٥ فى المائة زيت بذرة قطن أو زيت مشابه له . وقد يستبدل جزء من الأوليوستيارين بزيت نباتى مهدرج لدرجة الصلابة المطلوبة .

تدعم المرجرين عادة بإضافة فيتامين ا إليها ، وفى هذه الحالة يجب أن يكتب على البطاقة نسبة الفيتامين المضافة .

تستعمل جميع الزيوت الغذائية فى أغراض الطهى . أما زيت السلاطة فيشترط فيه ألا يتجمد على درجة حرارة الثلاجات المنزلية وهى ٤٠ — ٤٥° فهرنهيت . ولذلك يعرف زيت السلاطة salad oil بأنه الزيت الذى لا تحدث فيه أية عكارة عند غمسه فى حمام ثلج وماء على درجة ٣٢° فهرنهيت لمدة خمس ساعات ونصف . من ذلك يتضح أن زيت بذرة القطن الذى يتجمد على هذه الدرجة من الحرارة يلزم تشتيته لإنتاج زيت السلاطة . هذه التشتية يقصد بها تبريد الزيت إلى درجة ٤٥° فهرنهيت فتترسب البلورات الصلبة وتفصل بالترشيح تاركة زيت السلاطة . أما زيت الذرة فله صفات زيت السلاطة . ويحتاج زيت فول الصويا إلى تخليصه من كمية قليلة من الشمع لمنع العكر على درجة الحرارة المنخفضة . ويستعمل زيت السمسم وزيت بذرة عباد الشمس كزيت سلاطة جيد . أما زيت الفول السودانى فلا يصلح لصناعة زيت السلاطة بسبب عدم الحصول على كمية مجزية من الزيت السائل عند درجة حرارة التشتية .

وتستعمل بعض الزيوت والدهون فى بعض الأغراض الخاصة . مثال ذلك زبد الكاكاو الذى يستعمل فى صناعة الحلوى والفطائر ، وزيت ثمار النخيل المهدرج واستيارين زيت جوز الهند المستعملين فى تغطية المنتجات بدلا من زبد الكاكاو ، وزيت جوز الهند المهدرج المستعمل فى تحضير حشو الفطائر والحلوى ، وزيت جوز الهند المستعمل فى صناعة ذرة الفيشار وفى تحمير بعض النقل ، والدهن المعد لكل الأغراض يستعمل فى صناعة الكيك والفطير ، وزيت فول الصويا وزيت بذرة القطن المستعملين فى تعبئة الأسماك والسجق . وقد يضغط شحم الخنزير لفصل بعض مكوناته ذات درجة الانصهار المرتفعة ، فيتخلف زيت شحم الخنزير الذى يستعمله الخبازون فى تشحيم أوانى الخبز .

استخلاص الزيوت والدهون :

تستخلص الزيوت والدهون على نطاق صناعى بثلاث طرق رئيسية هى التسييح rendering والكبس pressing والاستخلاص بالمذيبات solvent extraction . وأقدم هذه الطرق وأبسطها هى التسييح التى تقتصر على الدهون الحيوانية وفيها تعامل المواد المحتوية على الدهن بالحرارة باستخدام الماء الساخن أو البخار أوغيرهما. وتتشابه هذه الطريقة مع الطريقة البدائية التى فيها تعرض الثمار الزيتية فى أكوام إلى الشمس وجمع الزيت الذى يسيل . أما طريقة الكبس فقديمة العهد جداً أيضاً إذ أنها وصفت فى سجلات تاريخ قدماء المصريين والصينيين . وتتلخص طريقة قدماء المصريين فى طحن الخامات النباتية الزيتية فى هاون أو طاحونة حجرية ثم كبس المادة المطحونة باستعمال مكبس ذى رافعة . وقد أدخل اليونانيون والرومان تحسينات عدة على طاحونة الحجارة وعلى نظام الروافع فأصبح شبه أتوماتيكى وأكثر قدرة على الإنتاج . وقد بدأ التطور الملموس فى صناعة استخراج الزيوت النباتية فى القرن السابع عشر حين اخترع الهولنديون المكبس المعروف باسم Dutch or stamper press الذى استمر استخدامه فى عصر البذور الزيتية حتى أوائل القرن التاسع عشر . وفى عام ١٧٥٢ اخترع Smeaton طاحونة السلندرات المكونة من عدد من السلندرات لطحن البذور الزيتيه قبل كبسها أو استخلاص زيتها بالمذيبات . وفى عام ١٧٩٥ ابتكر Joseph Bramah فى انجلترا المكبس الإيدروليكى واستخدم هذا فى استخراج الزيوت . وقد عدل هذا المكبس فنتج المكبس ذو الألواح plate press والمكبس ذو القفص cage press ، والنوع الأول مفتوح الجوانب لذلك يستلزم تشغيله لف الخامات فى القماش بينما الثانى مقفل يتحرك مكبسه الإيدروليكى داخل صندوق مثقب الجوانب توضع به الخامات المراد كبسها فيتساقط الزيت أثناء الكبس من الثقوب . وفى عام ١٨٧٦ استخدم Anderson المكابس البريمية screw press المعروفة حالياً باسم Expeller فى الولايات المتحدة الأمريكية . وفى هذه المكابس البريمية تدفع الخامات المطحونة بواسطة بريمة داخل غلاف محيط بالبريمة تحت ضغط يزداد مقداره تدريجياً أثناء مرور الخامات فى المكبس البريمى حتى تصل إلى فتحة ضيقة للخروج . وفى عام ١٨٥٦ سجل Deiss طريقة استخلاص الدهون بالمذيبات

فى انجلترا ، وهذه الطريقة سبق أن استخدمها Joseph Fisher عام ١٨٤٣ فى فى انجلترا . وقد توقف انتشار طريقة استخراج الزيت بالمذيبات مدة طويلة بسبب صعوبتها فنياً ، إلى أن عدل الألمان الطريقة القديمة المبنية على صب المذيبات فوق الخامات الموضوعة على قاع مثقب فاستخدم تيار المذيبات فى الاتجاه العكسى لمرور الخامات multiple-contact countercurrent batch system . وقد شاع استخدام النظام المستمر فى ألمانيا قبيل الحرب العالمية الثانية ، وبدأ استخدامه فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٣٠ .

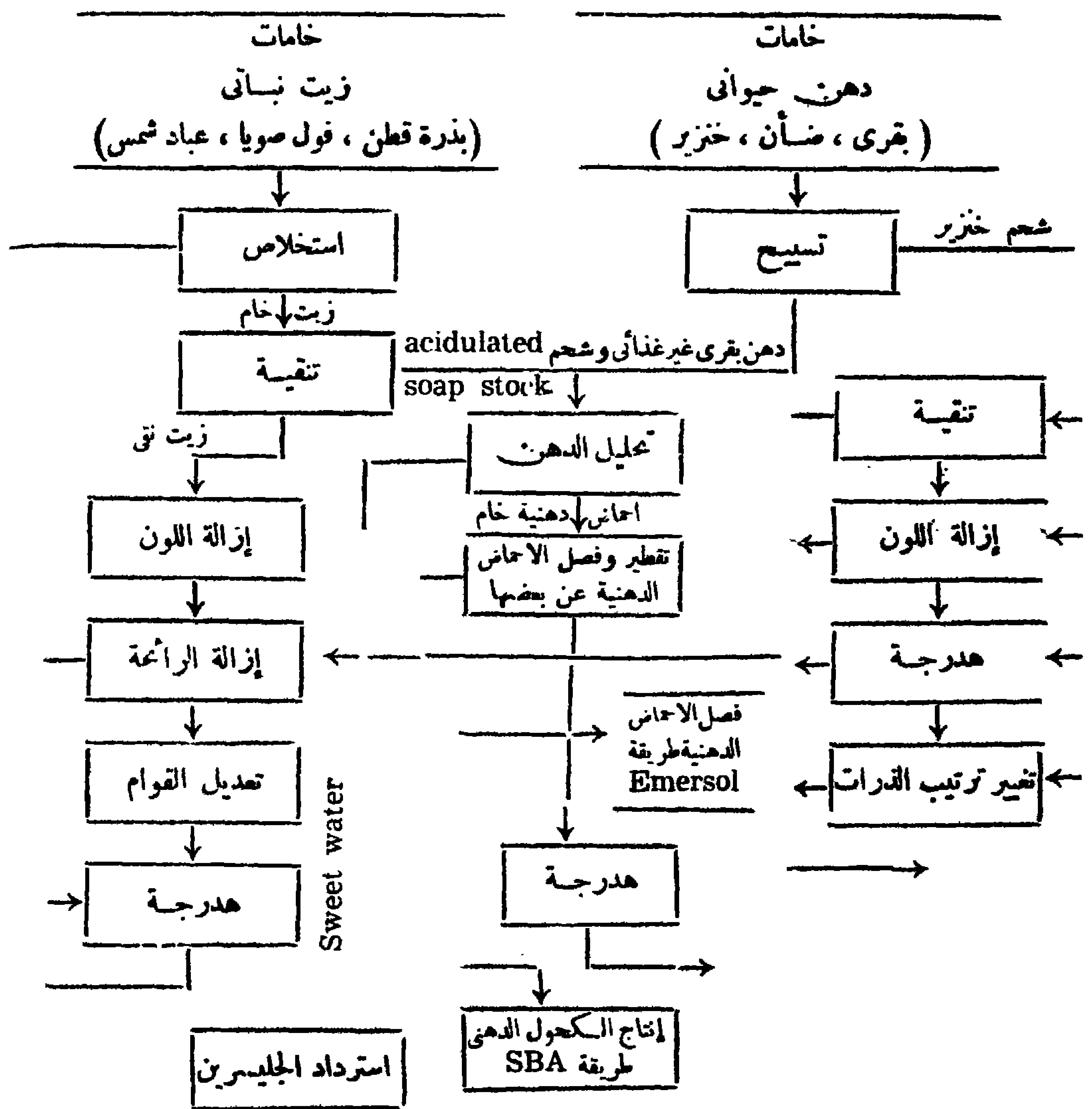
وقد أدخل على صناعة الزيوت تحسينات كثيرة أدت إلى تقدم الصناعة بسرعة هائلة . وأهم هذه التحسينات استخدام مقاشر بذرة القطن التى اخترعت عام ١٨٢٩ وحسنت عام ١٨٥٧ ، وابتكار طرق تنقية الزيت باستخدام المحاليل القلوية والأحماض المعدنية ابتداء من نهاية القرن الثامن عشر .

تخزين الخامات :

تتعرض الخامات الزيتية أثناء تخزينها لبعض التغيرات غير المرغوبة بفعل ما تحتويه من إنزيمات ورطوبة . فهذه الإنزيمات تؤثر على مكونات الخامات من دهون وبروتينات وكربوايدرات . لذلك يجب العناية بتخزين الخامات لمنع حدوث التلف، كما ينصح بالإسراع فى استخلاص الزيت . ويبدأ ظهور التغيرات فى الخامات بازدياد نسبة الأحماض الدهنية الحرة وبتغير اللون . ويؤدى ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة إلى ازدياد نسبة الفقد من وزن الزيت فى عملية التنقية وكذلك تآكل معدن الآلات . أما تغير اللون فسببه انطلاق بعض الصبغات أو الأكسدة وتأثير بعض المكونات كما فى حالة مادة الجوسيبول gossypol فى زيت بذرة القطن التى تكسب الزيت لوناً مميزاً لا يزول . وقد يكون من عوامل فساد الخامات الزيتية المخزنة نمو الفطريات عليها .

خطوات تصنيع الزيوت والدهون :

يمكن توضيح كيفية استخراج الزيوت والدهون الغذائية بالهيكل الموضح فى الصفحة التالية :



(شكل ٧) رسم تخطيطى لتصنيع الزيوت والدهون الغذائية

طريقة التسييح :

يستخلص الدهن والزيت الحيوانى بالتسييح باتباع إحدى الطرق الثلاث المعروفة بأسماء التسييح الرطب wet rendering والتسييح تحت الضغط الجوى العادى open-kettle rendering والتسييح الجاف dry-rendering .

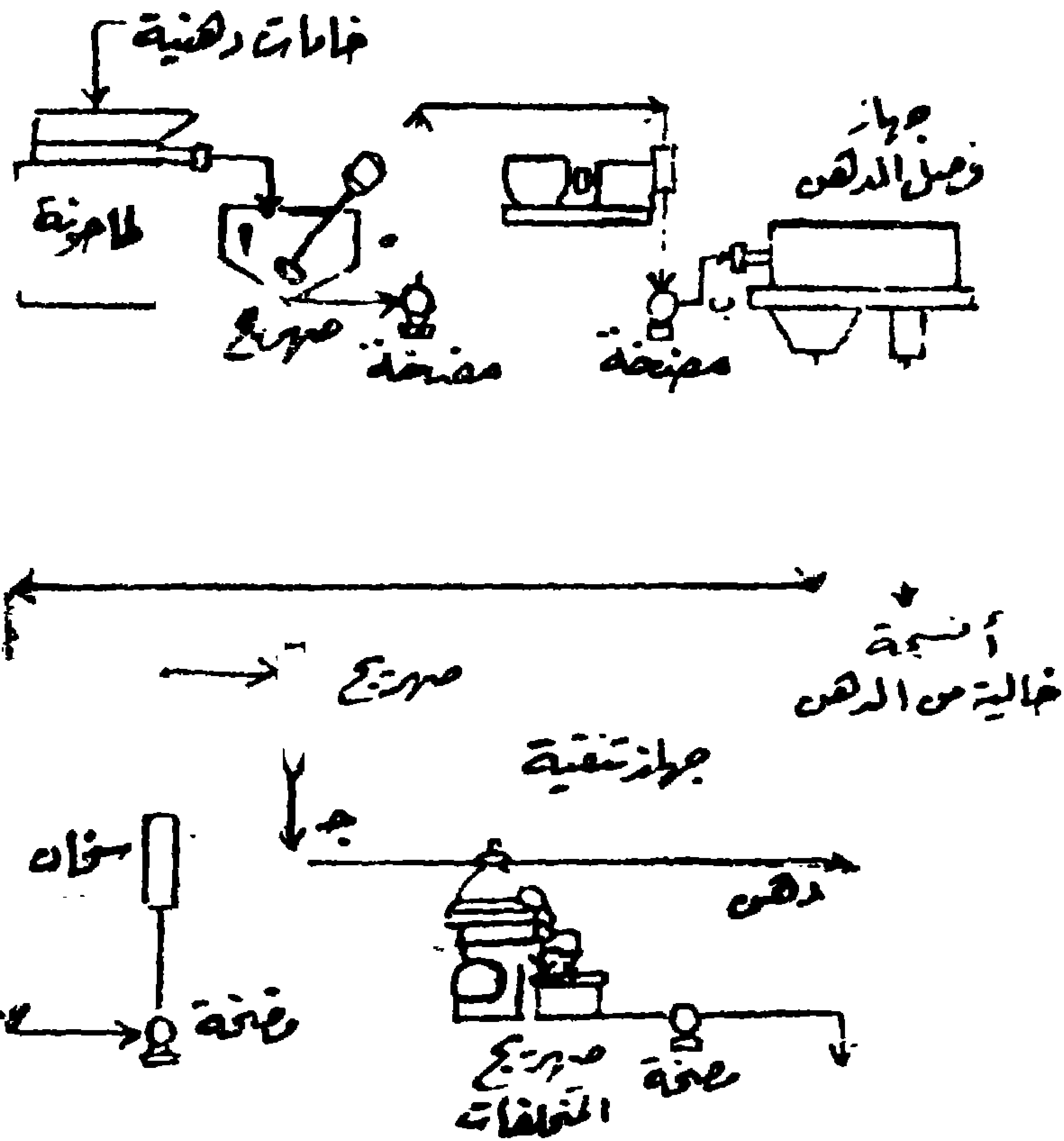
فالتسييح الرطب يجرى فى أوانى رأسية اسطوانية الشكل ذات قاع مخروطى الشكل يساعد فى تراكم وهدوء ماء التانكات ، توضع المادة الخام فى التانكات مع كمية صغيرة من الماء ويدفع البخار فى التانكات ثم تقفل هذه الأوانى ويترك منفذ خروج البخار مفتوحاً . يستمر فى التسخين لمدة ثلاث أو ست ساعات مع ضبط الضغط عند ٤٠ إلى ٧٥ رطلا على البوصة المربعة . يلى ذلك سحب الدهن الطافى على السطح وترك الجوامد الصلبة المسماة tankage والماء المسمى stick water فى الأوانى .

والتسييح تحت الضغط الجوى العادى يجرى بتسخين المواد الخام فى أوانى مفتوحة باستخدام اللهب المباشر أو البخار . وهذه الطريقة ليست ذات أهمية صناعية حالياً .

أما التسييح الجاف فيجرى فى أوانى أفقية تسخن بالبخار المار حولها داخل غلاف يحيط بها . تعبأ المواد الخام داخل هذه الأوانى بكميات تصل إلى خمسة آلاف أو عشرة آلاف رطل فى التانك الواحد . وهذه التانكات مزودة من الداخل بمقلبات. وتسخن المواد الخام تحت ضغط منخفض لتبخير الرطوبة وتهشيم جدر خلايا المواد الخام ، وتسمى هذه العملية بالطبخ cooking . وفى هذه الطريقة ينصهر جزء كبير من الدهن ويسحب للخارج ، بينما بقية الدهن يتحصل عليها فيما بعد بكبس الخامات المتخلفة أو باستخدام المذيبات . وتتميز هذه الطريقة بقلة تكاليفها مقارنة بطريقة التسييح الرطب ، غير أن الدهن الناتج منها يكون أقل جودة ، بعكس الحال مع البروتينات ، فإن المتحصل عليها بهذه الطريقة يكون أكثر جودة من البروتينات المتحصل عليها بطريقة التسييح الرطب . وعادة يقتصر استخدام طريقة التسييح الجاف على صناعة الدهون غير الغذائية .

وفى طريقة كنجان المستمرة للتسييح Kingan continuous-rendering process تطحن المواد الخام وتسخن فى جهاز مناسب مثل Votator ويعاد طحنها وتعيمها فى طاحونة Hammer-mill فتضعف وتهشم جدران الخلايا مما يسهل إنفصال الدهن منها عند وضعها فى جهاز طرد مركزى خاص .

وفى طريقة شاين Chayen process ، المعروفة أحياناً باسم Chayen cold degreasing process التى ابتكرت عام ١٩٥٠ والتى شاع استعمالها لفصل شحم العظام، يوضع مسحوق العظام والماء معاً بنسبة جزء من الأول إلى سبعة أجزاء من الثانى داخل إناء التسييح الخاص المجهز بقلبات . فى اثناء التسخين تتهشم جدر الخلايا وينطلق الدهن الذى يمكن فصله فيما بعد بقوة الطرد المركزى .



(شكل ٨)
رسم تخطيطى لعملية تسييح الدهن وفصل البروتينات بالطريقة المستمرة

طريقة الكبس :

يعتمد فى طريقة استخراج الزيت بالكبس على تعريض الخامات الزيتية إلى ضغط شديد يقرب من أربعة آلاف رطل على البوصة المربعة فتتهشم الخلايا ويسيل منها الزيت . وقد يرتفع الضغط إلى حوالى عشرين أو أربعين ألف رطل على البوصة المربعة فى حالة استخدام المكابس المتلقة المعروفة باسم المكابس البريمية . وتصلح طريقة الكبس لاستخراج جميع الزيوت والدهون النباتية فيما عدا زيت النخيل الذى يستخرج عادة بطريقة التسييح . وتقسم عادة طرق الكبس إلى قسمين رئيسيين هما طريقة الوجبات batch production والطريقة المستمرة continuous production. وفى الطريقة الأولى تستعمل المكابس الإيدروليكية وفى الطريقة الثانية تستعمل المكابس البريمية .

وتتلخص خطوات استخراج الزيوت والدهون بطريقة الكبس فيما يلى :

١ — فصل المواد الغريبــة من الخامات : ويجرى ذلك باستخدام غرابيل ومناخل ومناسف لفصل التراب والرمل وأجزاء السيقان والأوراق ، كما يستخدم المغناطيس لفصل قطع الحديد كالمسامير والأسلاك .

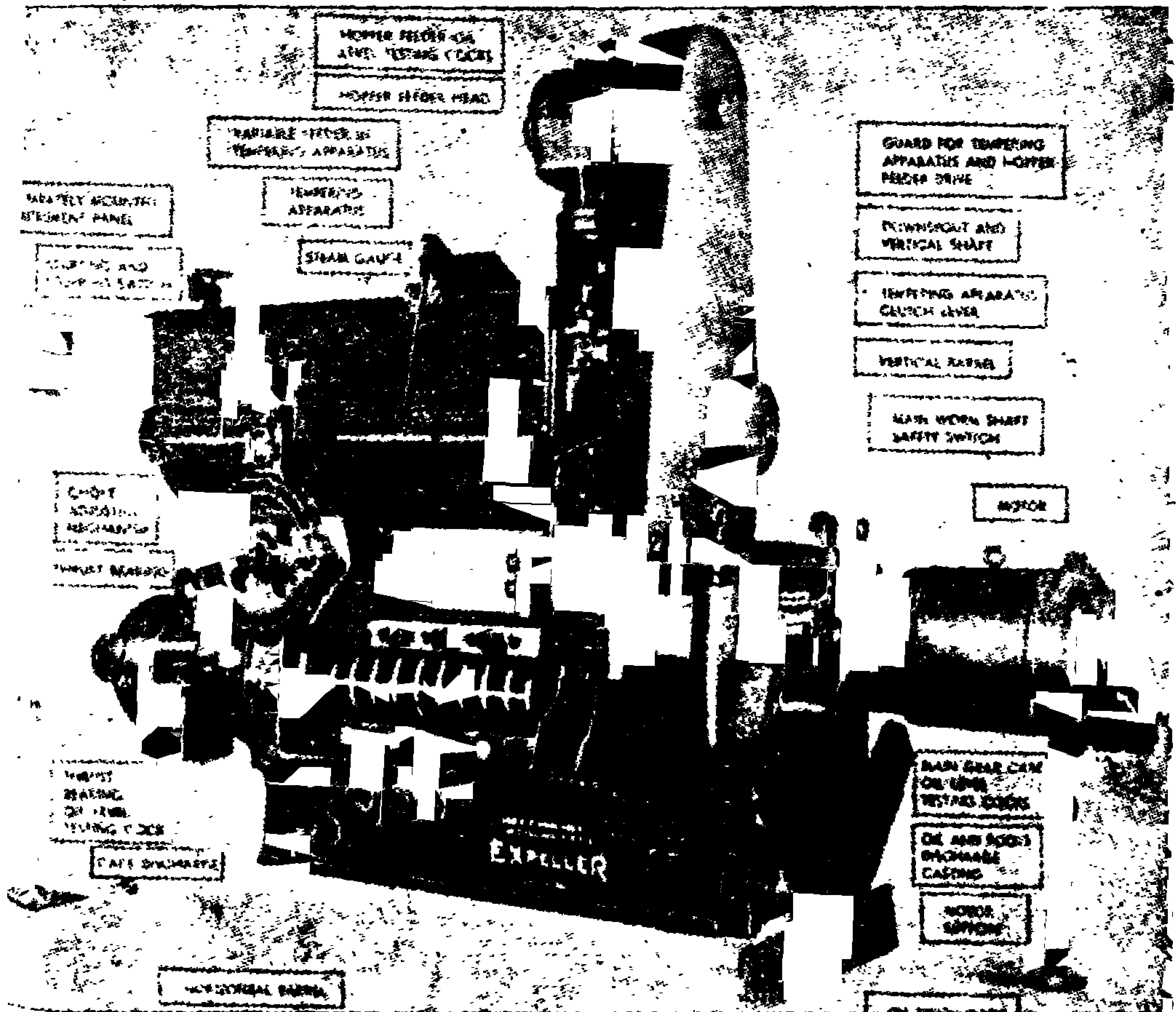
٢ — فصل الزغب عن البذور delinting : وذلك بإمرار بذور القطن فى ماكينات فصل الزغب linters أو بمعاملتها كيميائياً .

٣ — تقشير الثمار أو البذور decorticating. ويتبع ذلك فى حالة الثمار والبذور ذات القصرة السميكة أو الغلاف السميك . وتوجد أنواع متعددة من ماكينـات تقشير البذور decorticators بعضها عبارة عن طواحين سلندرات وبعضها عبارة عن مقاشر يمثلها سلندر مزود بقضبان حادة تشبه السكاكين تمتد عليه طولياً ويدور السلندر داخل غلاف مزود بالسكاكين أيضاً . فبمرور البذور بين هذه القضبان الحادة أو السكاكين تتكسر القشور التى يمكن فصلها فيما بعد باستعمال غرابيل أو تيار من الهواء . ويجب أن تضبط المسافة بين السكاكين عند البعد المناسب .

٤ — إزالة الأجنة degerming : وذلك فى حالة الحبوب الغذائية فتنزع أجنتها الغنية فى الزيت باستخدام آلات خاصة degermers .

٥ — الهرس أو التجزىء أو الطحن reducing : ويجرى ذلك بقصد تحويل المواد الخام إلى شرائح يسهل عصرها ، ويستعمل فى ذلك طواحين سلندرات أو حجرية أو ذات أقراص معدنية أو edge runners ، وقد تكون سلندرات الطواحين ذات قنوات أو ملساء تبعاً لنوع المواد الخام . فبذور القطن مثلا تطحن عادة فى طاحونة ذات خمس سلندرات ملساء السطح مصنوعة من الصلب .

٦ — الطبخ cooking : فتعامل المواد الخام بالحرارة لخفض رطوبتها وتسهيل



شكل ٩) ا ـبسر .

فصل أكبر قدر ممكن من الزيت منها . ويتوقف مدى الطبخ على نوع المواد الخام وطريقة الاستخلاص ، ويجرى الطبخ فى أجهزة خاصة تنخفض فيها نسبة رطوبة المواد الخام إلى إثنين حتى خمسة فى المائة عندما تستخدم طريقة المكابس البريمية فى فصل الزيت ، أو قد ترتفع نسبة الرطوبة فى بعض الطرق الخاصة ، كما فى طريقة Skipin المستعملة فى روسيا ، إلى حوالى عشرين فى المائة ، وفى هذه الطريقة الأخيرة يمكن الحصول على حوالى نصف كمية الزيت أثناء عملية الطبخ .



(شكل ١٠)
المكابس البريمية فى معصرة حديثة

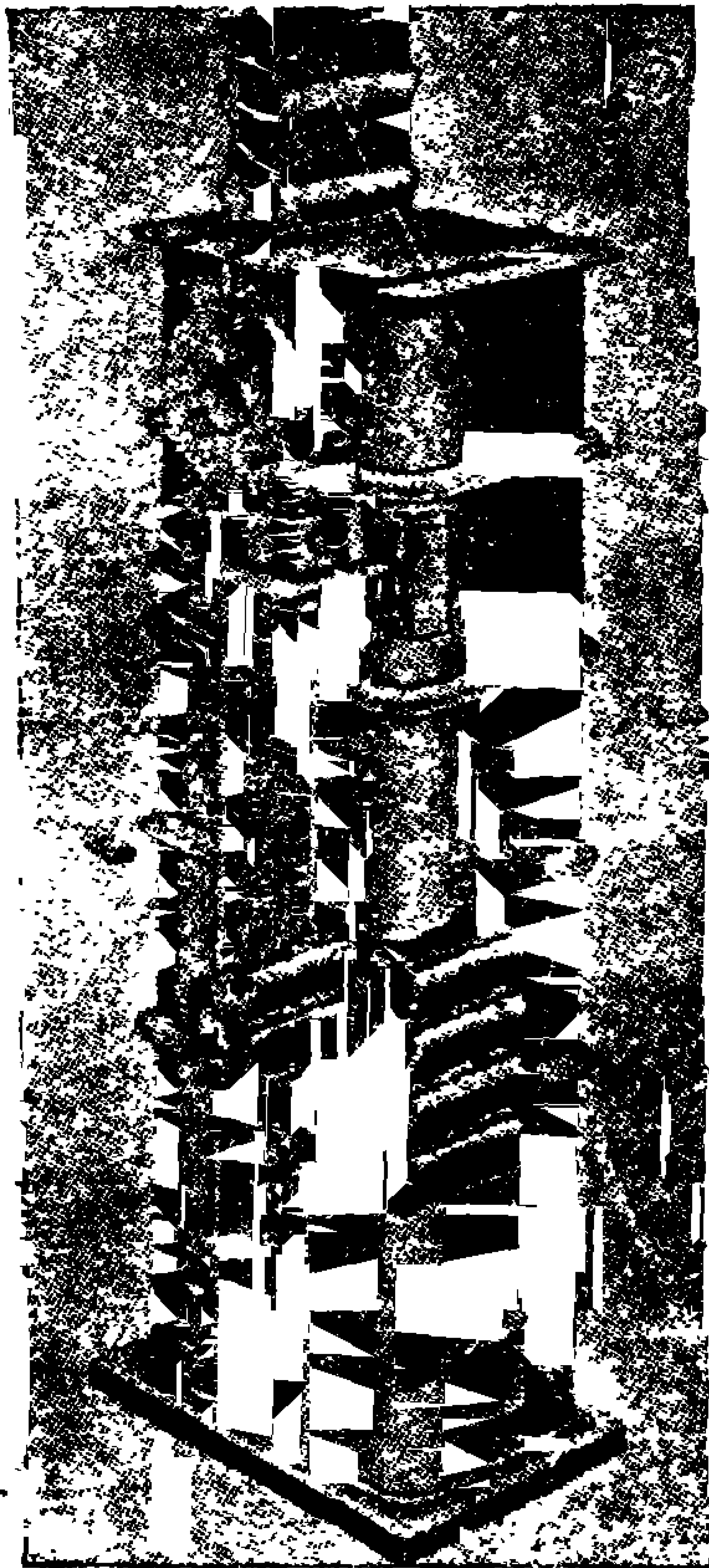
وقد يمكن الاستغناء عن عملية الطبخ فى بعض الحالات ، لذلك تقسم طرق الكبس عادة إلى قسمين يعرف أحدهما بالكبس على الساخن والآخر بالكبس على البارد cold pressing ، ففى صناعة زيت الزيتون أو زيت الخروع تكبس الخامات المطحونة بدون تسخينها preheating وبالنسبة لباقى الزيوت الغذائية تفضل دائماً عملية الطبخ ، وفيها تسخن الخامات المطحونة داخل تانكات مسخنة بالبخار المار حولها . ويستمر الطبخ عادة حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى الخامات إلى الحد المناسب ، وبعدها تنتقل الخامات المطبوخة meats إلى المكابس ذات الألواح (البلتكات plates) أو ذات القفص cage . ويتميز النوع الأخير بعدم الحاجة إلى

استخدام قماش الصمر · وعادة تلف الخامات المطحونة بعد الطبخ فى القماش وتكبس مبدئياً فى مكبس خاص بضغطها بخفة لتأخذ شكل اللوح المتماسك ، وبعدها توضع الألواح فى مكبس الزيت · فأثناء الضغط يمر الزيت من القماش إلى جوانب المكبس ثم يسيل إلى حوض سفلى ومنه يمر إلى تانك لتجميعه تمهيداً لتنقيته ·

تتميز المكابس البريمية بارتفاع الضغط فيها وبالتالى بارتفاع نسبة الزيت المستخلص ·

طريقة الاستخلاص بالمذيبات :

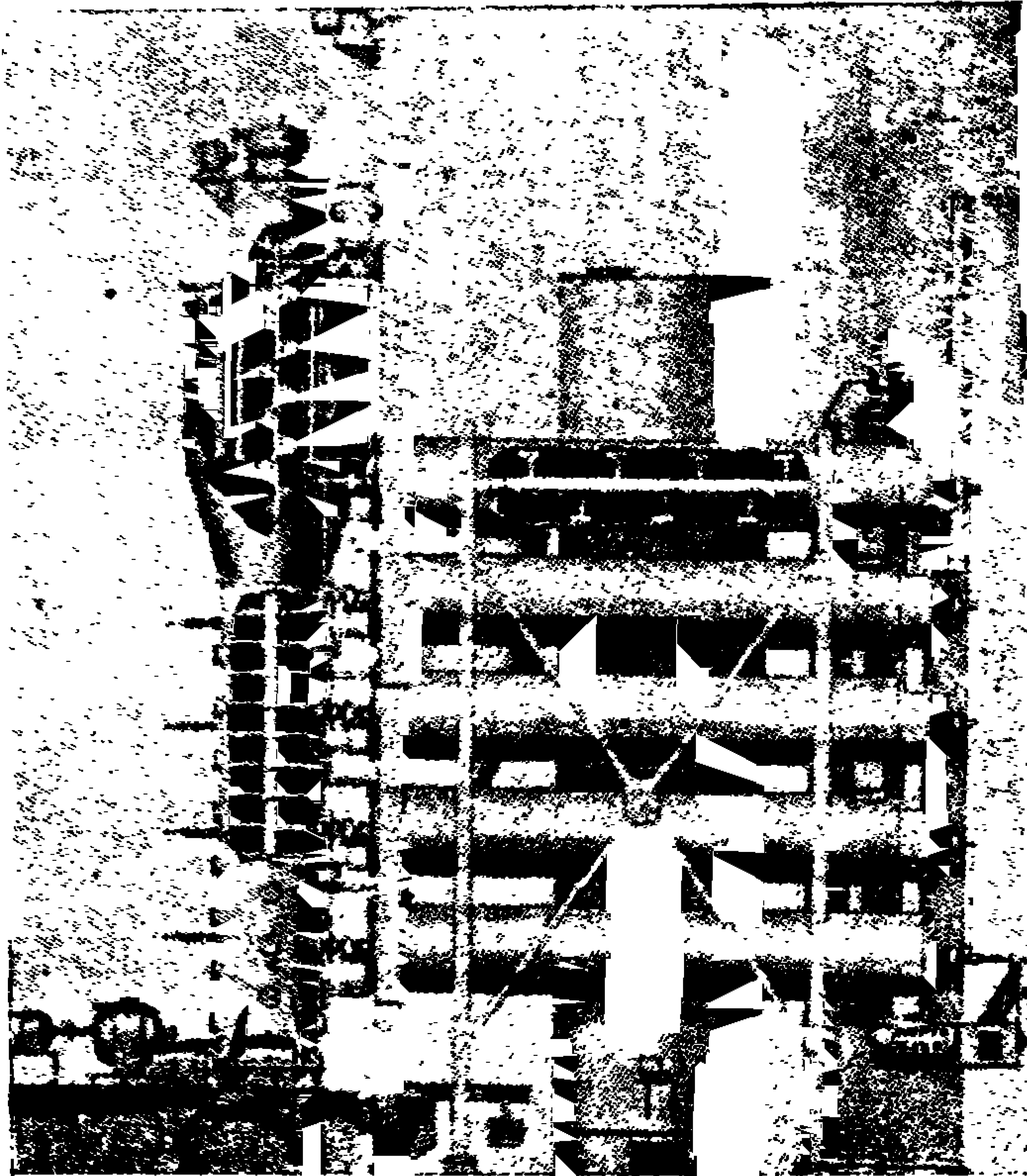
هذه الطريقة هى السائدة الآن فى جميع الدول المتقدمة ، وأقدم الأجهزة التى استخدمت فى هذا الغرض يتكون من سلة مثقبة القاع تصب فيها الخامات المطحونة وتعرض لرذاذ من المذيب أثناء هبوطها وصعودها . وعقب الاستخلاص تنقل بقايا المواد المستخلصة إلى جهاز تبخير المذيب desolventizer المسخن بالحرارة أو بالبخار وبعدها تحمص البقايا بالحرارة ويضاف إليها الماء بالقدر المناسب وتبرد وتطحن . ويعرف هذا النوع من أجهزة الاستخلاص بالمذيبات باسم percolator type ويمثله أجهزة Bollmann extractors أما النوع الآخر من الأجهزة فيتكون من أنبوبة مثقبة على شكل حرف U وفيها تمر المواد الخام فى اتجاه مضاد لاتجاه المذيب ، ويعرف هذا النوع باسم total-immersion-type extractor مستخرج طراز كلى الغمر ويمثله جهاز Hildebrandt . وفى هذا الجهاز تمر الخامات داخل سلة مثقبة من



(شكل ١١)

جهاز الاستخلاص بالمذيبات ذو السلة

أعلى الجهاز إلى أسفله على أحد جانبيه خلال المذيب ، ثم تتحرك السلة أفقياً تجاه الجانب الآخر ثم تصعد لأعلى الجهاز مارة خلال المذيب وتتوقف بعد اختراقها سطح المذيب بضعة أقدام . ويكون دخول المذيب فى الجهاز من الجانب الذى تصعده سلة الخامات ، أى أن المذيب ينصب فى اتجاه مضاد لاتجاه سير الخامات .



(شكل ١٢)
جهاز الاستخلاص بالمذيبات من نوع الغمر الكلى

فى طريقة الاستخلاص تحضر الخامات بنفس النظام المتبع فى طريقة الكبس ، فتنظف الخامات وتقشر وتطبخ وتطحن أو تهرس أو تكسر . وعادة تبرد الخامات قبل الاستخلاص بالمذيبات . ويفضل فى حالة ارتفاع نسبة الزيت إلى ثلاثين فى المائة أن تعصر الخامات مبدئياً فى مكابس إيدروليكية حتى تنخفض نسبة الزيت بها إلى حوالى ٨ إلى ١٨ فى المائة ثم تستخلص بقية الزيت بالمذيبات .

أشهر أجهزة الاستخلاص المستخدمة حالياً هى Blawknox "Rotocel" ، Filtration Extractor, French Basket Extractors ، وجميعها من النوع ذى السلة ، ثم Filtration extractor, V. D. Anderson extractor وهما من نوع الغمر الكلى .

يسترد المذيب المستعمل فى استخلاص الزيت باستعمال أجهزة خاصة ، فهناك ماكينات متعددة لتبخير المذيب من الكسب المتبقى . ويستعمل جهاز تبخير طويل الأنبوبة لفصل حوالى تسعين فى المائة من كمية المذيب الموجود فى الزيت المرشح ، وتنفصل الكمية المتبقية من المذيب فى الزيت باستعمال أعمدة خاصة stripping columns **باستئصال المكونات المتطايرة.**

أشهر المذيبات استخداما هو الهكسان العادى والبنزين وإثير الإيثايل والأسيتون والإيثايل ميثايل كيتون والهكسان الحلقى cyclohexane وثانى كبريتيد الكربون وبعض المذيبات الكلورية .

وفى جميع طرق الاستخلاص لا يتم الفصل التام للزيت من الخامات ، إذ تتخلف كمية من الزيت أو الدهن فى الخامات تبلغ حوالى ٥ر٠ إلى ٢ فى المائة فى حالة اتباع طريقة الإستخلاص بالمذيبات ، أو ٦ إلى ١٢ فى المائة فى حالة اتباع طريقة الكبس الإيدروليكى ، أو ٤ إلى ٨ فى المائة فى طريقة المكابس البريمية .

تنقية الزيوت والدهون :

ينقى الزيت أو الدهن الخام لفصل محتوياته من المواد الغروية العلقة والأحماض الدهنية الحرة والمواد الملونة والمواد المكسبة للرائحة . والجليسريدات المشبعة المعروفة باسم الاستيارين Stearine . وتعرف العمليات المستخدمة فى تحقيق هذه الأغراض باسم الترسيب Settling وفصل الصموغ degumming والغسيل بالحامض acid wash وإزالة الحموضة deacidification وقصر اللون bleaching وإزالة الرائحة deodorizing والتشتية winterizing . وقد يكتفى فى بعض الأحيان بإجراء بعض هذه المعاملات على الزيت دون الأخرى . وتتلخص خطوات كل من عمليات تنقية الزيت فيما يلى :

١ — فصل المواد الغروية :

يحتوى الزيت الخام على قليل من بقايا المواد الخام وبعض المواد البروتينية والكربوإيدراتية وبعض الفوسفاتيدات والماء . وهذه المواد التى توجد عادة على حالة غروية فى الزيت يجب فصلها . وأبسط طرق فصل هذه المواد هى ترك الزيت أو الدهن المحضر بطريقتى التسييح أو الكبس لتترسب منه هذه المواد بفعل الجاذبية الأرضية داخل تانكات ذات قاع مخروطى الشكل ومسخنة بالبخار . فالحرارة تساعد على تجمع المواد الغروية الخفيفة ، بينما المواد الأكثر كثافة من الدهن تترسب بتأثير كثافتها .

وتستلزم بعض الزيوت ، مثل زيت فول الصويا ، معاملة خاصة لفصل المواد الصمغية منها كبعض الفوسفاتيدات مثل الليسيثين . ويجرى ذلك بمزج الزيت المسخن لدرجة ١٣٠ إلى ١٦٠° فهرنهيت مع الماء أو البخار لمدة نصف ساعة بعدها يمرر الزيت خلال فرازة طرد مركزى centrifugal separators فتنفصل المواد الصمغية التى تجفف بعد ذلك وتعامل لإنتاج الليسيثين بدرجات مختلفة . وتتفاوت كمية الماء المستخدمة فى هذه العملية ، فقد تمثل إثنين فى المائة من وزن الزيت إذا أريد فصل كمية كبيرة من الليسيثين ، بينما ترتفع هذه الكمية إلى حوالى خمسة فى المائة إذا غض النظر عن فصل الفوسفاتيدات . كذلك قد ترفع درجة الحرارة إلى ٢٠٠° مئوية مع استمرار تسخين الزيت عدة ساعات فى وجود أو فى غياب مواد للادمصاص وذلك عند الرغبة فى فصل المواد الغروية المعلقة فصلا تاما . وهذه المعاملة الأخيرة تعرف أحياناً باسم break وتفيد فى صناعة زيوت الطلاء .

وتنفصل المواد الغروية ، ومنها صابون المعادن الثقيلة ، من الزيوت غير الغذائية بالغسيل بالحامض . ويجرى ذلك بوضع الزيت فى تانكات مبطنة بالرصاص ومزودة بقلبات ويصب عليه حامض كبريتيك تركيزه ستين درجة بومية أو حامض فوسفوريك ويسخن الزيت إلى درجة تقرب من المائة مئوية ويترك كذلك فترة قصيرة بعدها يترك الزيت ليهدأ فتنفصل طبقة من الحامض يمكن سحبها خارج التانكات ويعقب ذلك غسل الزيت بالماء .

٢ — إزالة الحموضة :

تزال الحموضة من الزيت بمعاملته بالقلوى alkali refining وبتقطير الأحماض الدهنية flashing off وبالأسترة esterification وباستخلاص الأحماض الدهنية . وأكثر هذه المعاملات شيوعا هى المعاملة بالقلوى وفيها يضاف للزيت الساخن محلول قلوى متوسط القوة مثل محلول الصودا الكاوية بتركيز ١٢ إلى ٢٠ بومية أو محلول كربونات صوديوم ويقلب الزيت بشدة فترة قصيرة فيتكون صابون يترسب فى القاع بعد ترك الزيت ساكنا . ويحتوى الراسب أيضاً على المواد الترسية ونسبة كبيرة من المواد الملونة . وعادة يطلق على هـذا الراسب الإسم foots بسبب تجمعه فى قاع صهريج التنقية ، كذلك قد يسمى soap stock بسبب استخدامه أساساً فى صناعة منتجات الصابون .

والطريقة المستمرة لإزالة الحموضـــة تتلخص فى مزج حجوم معينة ، تقاس أوتوماتيكياً ، من كل من الزيت ومحلول الصودا الكاوية المائى داخل خلاط صغير لمدة دقيقة واحدة على درجة ٢٠ إلى ٣٢° مئوية ، بعدها ينقل المخلوط إلى وحـدة التسخين حيث ترفع درجة حرارته بسرعة إلى ٥٥ — ٧٠° مئوية لكسر المستحلب الذى يتكون فى الخلاط . يلى ذلك معاملة المزيج بالطرد المركزى لفصل الراسب foots عن الزيت المتعادل ، ويستغرق ذلك حوالى دقيقتين . ويغسل الزيت بصفة مستمرة كما تفصل الأحماض الدهنية المتصبنة فى مجموعة أخرى من أجهزة الفصل ذات الطرد المركزى . وتعرف هذه الطريقة الجـــديدة باسم conventional caustic process وهى تتميز بخفض نسبة الفاقد فى عملية التنقية بحوالى عشرين فى المائة عما يحدث عادة فى طريقة الصهاريج القديمة .

وتوجد طريقة أخرى للتنقية تعرف باسم Il soda ash process تستعمل على نطاق ضيق وتجرى على مرحلتين يستعمل فيهما محلول رماد الصودا ومحلول صودا كاوية مائى . فالمحلول الأول يفصل الأحماض الدهنية بينما المحلول الثانى يزيل المواد الملونة . وتجرى هذه الطريقة بمزج الزيت الخام بمحلول رماد الصودا المرتفع التركيز وتسخين المخلوط لدرجة ٦٠° مئوية مع تقليبه باستمرار ، ثم ترفع درجة الحرارة إلى ٩٥° مئوية ، ويصب المخلوط فى صهريج مفرغ فينفصل الماء وثانى

أكسيد الكربون . يلي ذلك مزج الزيت بمحلول كربونات الصوديوم وإمرار المزيج في أجهزة الفصل ذات الطرد المركزي فيتحصل على زيت نقي جزئياً . يبرد هذا الزيت إلى درجة ٣٨° مئوية ويمزج بكمية صغيرة من محلول رماد الصودا المركز أي درجة تركيزه حوالى ٢٠ إلى ٣٠ بومية ، ويكرر ذلك عدة مرات مع دوام الغسيل بالماء والتجفيف تحت تفريغ . وهذه الطريقة صعبة لكنها تقلل نسبة الفقد بالتنقية إلى حد كبير .

وتوجد طريقة حديثة تعرف باسم miscella refining process فيها يعامل محلول الزيت في المذيب ، الناتج بطريقة الإستخلاص بالمذيبات والمعروف باسم miscella بمحلول صودا كاوية مخفف نسبياً أي درجة تركيزه حوالى ١٠ إلى ١٤ بومية . ويستخدم في هذه الطريقة أجهزة تجنيس homogenizers كما قد تضاف مواد غير متأينة تؤثر على الجذب السطحي . وتقتضي العملية استخدام أجهزة الفصل ذات الطرد المركزي وكذلك الغسيل بالماء .

والرواسب المتخلفة من عملية التنقية هذه فوائد إقتصادية ، فقد تستعمل في صناعة الصابون ، وقد تحمض وتقطر لفصل الأحماض الدهنية منها واستعمال هذه الأحماض في كثير من الأغراض الصناعية .

٣ — إزالة اللون :

يقصر لون الزيت عادة باتباع إحدى طريقتين شائعتين ، في الأولى تستخدم مواد الإمتصاص ذات القدرة على إحتجاز المواد الملونة كما في حالات استخدام الفحم الحيواني أو الطمي النشط ، وفي الثانية تستخدم مواد كيميائية ذات فعل مؤكسد أو مختزل . وهناك طرق أخرى لقصر اللون منها تسخين الزيت إلى درجة حرارة مرتفعة أو تعريض الزيت إلى الضوء المؤثر كيميائياً أو استخلاص المواد الملونة بمذيب سائل يكون على الحالة الغازية تحت الضغط الجوي العادي مثل البروبان . ولا تعتبر الطرق الكيميائية مناسبة للدهون الغذائية ولذلك فاستخدامها قاصر على الزيوت المستعملة في الصناعة . وعموماً فمعظم هذه الطرق الأخيرة ما زال في دور التجربة .

ينشط الفحم الحيوانى أو الطمى قبل استخدامه لادمصاص للمواد الملونة بمعاملته بالحرارة أو بالحامض أو ببعض الكيماويات الأخرى . وأشهر أنواع الطمى المستخدمة فى هذا الغرض «تراب القصار» الذى اشتق اسمه من عملية wool-fulling التى يستخدم فيها . ويعتبر الطمى المنشط أكثر فعلا من الطمى الطبيعى ، ولكنه أغلى ثمناً كما أنه يسبب زيادة فى الفقد من الزيت المعامل . ويزكى استعمال هذا الطمى المنشط فى حالة الزيوت المحتوية على كميات كبيرة نسبياً من الأحماض الدهنية الحرة . وعادة يستخدم الطمى المنشط على درجة حرارة ١٢٠° مئوية ، غير أنه عند هذه الدرجة المرتفعة من الحرارة يفضل استخدام طريقة إزالة اللون تحت ضغط منخفض على استعمال طريقة الأوانى المفتوحة . وتجرى طريقة التفريغ بوضع ٣٠٠٠٠ أو ٤٠٠٠٠ رطل من الزيت فى صهريج مناسب على درجة الحرارة العادية وإحداث تفريغ فى الصهريج يقرب من ٢٦ أو ٢٧٫٥ بوصة ثم تصب مادة الإدمصاص فى الزيت ويستمر فى التقليب لمدة نصف ساعة بعد أن ترفع درجة حرارة الزيت إلى ١١٠ أو ١٢٠° مئوية . يلى ذلك تبريد الزيت إلى درجة ٥٠ أو ٦٠° مئوية ، ثم التخلص من التفريغ ثم ترشيح الزيت . ويمكن الحصول على كمية الزيت أو الدهن التى تحتجزها مواد قصر اللون بإمرار هواء وبخار فى المرشحات ثم المعاملة بمذيب .

يفضل الفحم الحيوانى فى بعض الحالات كما فى تنقية زيت جوز الهند. وفى حالات أخرى يستخدم مزيج من الفحم الحيوانى والطمى . ومن التحسينات الحديثة التى أدخلت على عملية قصر لون الزيوت هى اتباع الطريقة المستمرة .

يزال لون بعض الزيوت مثل الدرجات الخفيفة من زيت النخيل بإمرار الهواء خلالهـــا على درجة حرارة ١٠٠° مئوية فتتأكسد المواد الملونة . ومما يسرع من الأكسدة ويخفض من درجة الحرارة اللازمة ، فتبلغ حوالى الخمسين مئوية ، استعمال عامل ملامسة مثل أملاح الكوبلت . ويمكن قصر لون الزيت باستعمال مواد مختزلة مثل الإيدروجين فى وجود عامل ملامسة أو حامض الكبريتوز أو أحد أملاح حامض الكبريتوز . ويمكن تحقيق نفس الغرض باستعمال مواد مؤكسدة مثل حمض الكروميك أو الكلور أو ثانى أكسيد الكلور أو فوق أكسيد الإيدروجين أو فوق أكسيد البنزويل . كذلك تستعمل نوى الكبريتات وفوق الفوسفات والهيبوكلوريتات والبرمنجنات وفوق البورات على نطاق ضيق فى الصناعة .

وأكثر المواد استخداماً فى قصر لون الزيت هو حامض الكروميك . وفى هذه الطريقة يسخن الزيت فى صهاريج مبطنة بالرصاص مزودة بمقلبات وبأسلاك التسخين وأحياناً بمضخة ماصة كابسة بدلا من المقلبات . يسخن الزيت إلى درجة ٥٠° مئوية ويضاف إليه محلول مركز من ثانى الكرومات فى الماء ويضاف أيضاً حامض كبريتيك أثناء عملية التقليب . ويجب أن يستمر التسخين والتقليب حتى إتمام التفاعل ، بعدها يترك الزيت ساكناً لترسب فى قاعه المواد غير المرغوبة ، وهذه تسحب من فتحة فى قاع الصهريج . ويجب غسل الزيت بالماء عدة مرات مع ترك الزيت ساكناً للترسيب وسحب المواد المترسبة بين كل عملية غسيل والأخرى .

فى طريقة Solexol يستخدم البروبان على درجة حرارة وضغط قريبين من من النقطة الحرجة كمذيب للمواد الملونة . ويجرى الفصل فى أعمدة استخلاص يمر فيها الزيت فى اتجاه مضاد لاتجاه البروبان المائى . ويستخدم البروبان عادة بنسبة من حجم الزيت تساوى ٢٠ : ١ . وبهذه الطريقة يمكن فصل المواد الملونة والفوسفاتيدات وبعض الشوائب الأخرى فى جزء من السائل بينما يضم الجزء الرئيسى من السائل الجليسريدات الثلاثية والأحماض الدهنية الحرة والمواد غير المتصبنة . وبهذه الطريقة تبلغ نسبة الزيت النقى المتحصل عليه ٩٧ — ٩٨ فى المائة . والطريقة شائعة الاستعمال إزالة لون زيت السمك والشحوم الصفراء .



(شكل ١٣)

النظام المستمر لتنقية الزيت بالصودا

تحضير المواد

تنقية

إعادة تنقية

غسيل بالماء

إعادة غسيل بالماء

تجفيف

زيت خام

سخان

خلاط

كيماويات

خلاط

إضافة الكيماويات

إضافة الكيماويات

خلاط

صهريج المواد المترسبة

ماء للغسيل

صهريج الغسيل بالماء

مضخة

ماء الغسيل

ماء للغسيل

صهريج الغسيل بالماء

مضخة

صهريج الزيت النقي

مجفف تحت ضغط منخفض

هواء العادم

زيت نقي

(شكل ١٤)

رسم تخطيطي يبين طريقة تنقية الزيت

٤ — إزالة الرائحة :

فى صناعة الزيوت الغذائية يلزم إزالة الرائحة منها بعمليات خاصة ، إذ أن قصر اللون باستخدام مواد الإدمصاص يزيل أيضاً جزءاً من رائحة الزيت لكنه لا يزيل الرائحة كلها . لذلك تقطر المواد الطيارة فى الزيت باستعمال البخار على درجة حرارة مرتفعة وضغط منخفض . وفى هدرجة الزيوت لإنتاج السلى الصناعى يتحتم إزالة الرائحة . وتفيد عملية إزالة الرائحة باستخدام البخار تحت ضغط منخفض فى إزالة فوق الأكسيدات والألدهيدات والكيتونات وتحليل الكاروتينويدات وبعض الصبغات الأخرى وتقليل كمية الأحماض الدهنية الحرة . ويبدو أن بعض المواد غير المرغوب

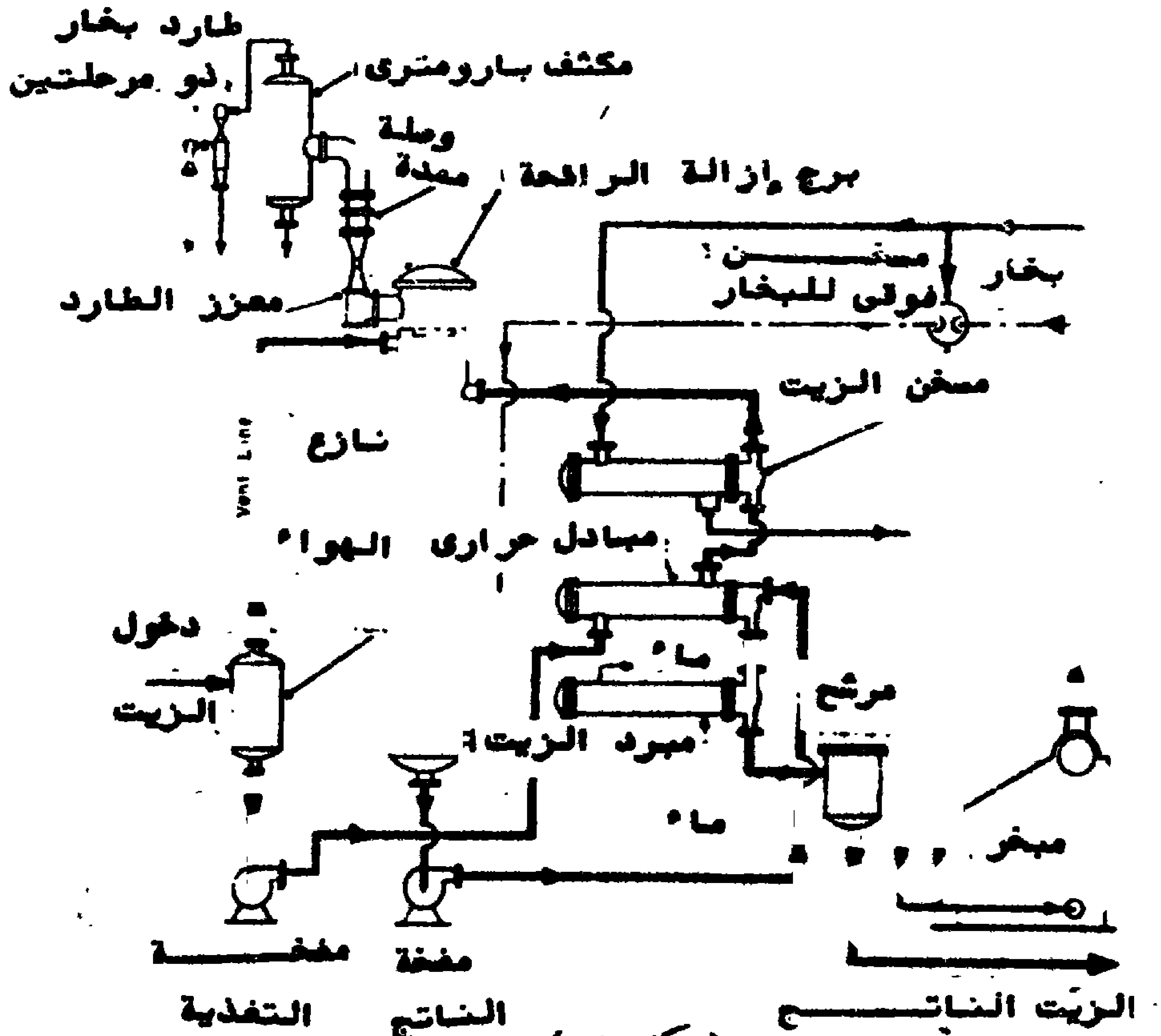
(شكل ١٠)

رسم تخطيطى يوضح عملية إزالة الرائحة من الزيت بطريقة الوجبات

فيها تتحلل مائياً بفعل البخار ، ولا تتجاوز نسبة الجليسريدات المتحللة مائياً قدراً محدوداً .

حالياً توجد أجهزة متعددة الأنواع تستخدم فى أغراض إزالة رائحة الزيت ، بعضها يعمل بطريقة الوجبات والبعض يعمل بالطريقة المستمرة أو شبه المستمرة . والشائع هو استخدام هذه الطرق على درجة ١٨٥ إلى ٢٥٠° مئوية وتحت ضغط لا يتجاوز ستة ملليمترات . ويطبق فى استخدام هذه الأجهزة قانونا راؤولت Raoult ودالتون Dalton . وهناك طريقة Wesson التى لا تعرف تفاصيلها على وجه التحديد تتميز بإحكام منع إتصال الهواء بالزيت أثناء إزالة رائحته بالبخار تحت ضغط منخفض على درجة حرارة مرتفعة .

أشهر أجهزة إزالة رائحة الزيت عبارة عن صهريج مستدير الشكل ارتفاعه يقرب من ضعف أو أربعة أمثال قطره ، ومجهز بوسائل تسخين الزيت ، وهذه قد تكون بخارعادى أو لهب أو بخار دوثرم Dowtherm vapor . وهذا الأخير عبارة



(شكل ١٦)
النظام المستمر لإزالة الرائحة من الزيت

عن مخلوط من ثنائى الفينايل وأكسيد ثنائى الفينايل ، وهو أفضل من البخار العادى بسبب ارتفاع درجة الحرارة المستخدمة فى إزالة الرائحة ، والصهريج مزود بأجهزة التفريغ المكونة من مضخة لسحب البخار ومكثفات بارومترية ، وكذلك بمقلبات يضمن معها جودة توزيع البخار الذى يدخل فى الزيت من قاعدة الصهريج . وتستغرق عملية إزالة الرائحة حوالى خمسة إلى ثمانية ساعات .

فى الطريقة شبه المستمرة يستخدم جهاز عبارة عن صهريج كبير اسطوانى الشكل مقسم إلى خمسة حجيرات ومجهز بمنظم أوتوماتيكى يتحكم فى فتح وغلق الصمامات بين الحجيرات وبذلك ينظم إنسياب الزيت من كل حجيرة إلى تلك التى تقع أسفلها . ويبدأ العمل فى هذا الجهاز بتسخين الزيت مبدئياً وتهويته فى الغرفة العلوية ، ثم ترفع درجة الحرارة إلى ٢٤٠° مئوية فى الغرفة الثانية ، وتزال الرائحة فى الغرفتين الثالثة والرابعة ، بينما يبرد الزيت فى الغرفة الأخيرة باستعمال الماء البارد مع بقاء الزيت فيها معرضا لضغط منخفض . وتستغرق هذه الطريقة حوالى ساعتين ونصف . ومن أمثلة أجهزة إزالة الرائحة شبه المستمرة جهاز شركة جردلر Girdler

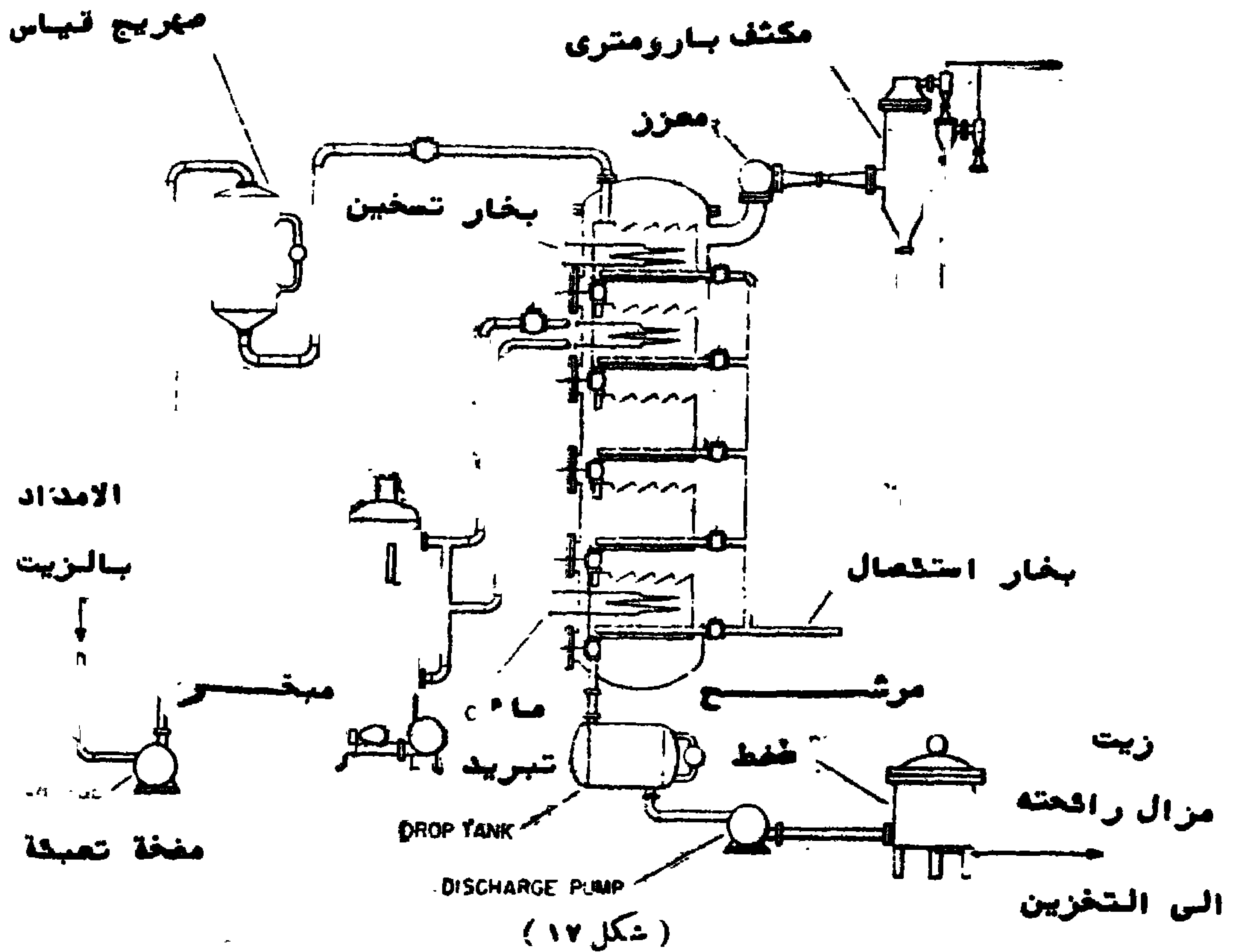
وفى الطريقة المستمرة تستخدم أجهزة متنوعة منها جهاز شركة فوستر ويلر Foster Wheeler المكون من عامود رأسى مصنوع من الصلب غير القابل للصدأ ومجهز بصوانى ، وبداخله يمر الزيت من أعلى إلى أسفل فى إتجاه مضاد لاتجاه البخار الصاعد .

٥ — التشتية :

تعامل الزيوت فى التشتية بقصد إزالة جليسريداتها المشبعة التى تتصف بارتفاع نقطة إنصهارها وبقلة ذوبانها فى الجليسريدات غير المشبعة ولذا فهى تترسب فى الزيوت أثناء فصل الشتاء البارد مكسبة الزيوت مظهراً عكراً لبنيا غير مرغوب . وتسمى هذه الجليسريدات المترسبة باسم الاستيارين نظراً لإحتوائها على نسبة كبيرة من حامض الإستياريك . وتجرى عملية التشتية بتبريد الزيوت ببطء داخل صهاريج كبيرة مقامة فى غرفة مبردة حتى تنخفض درجة حرارتها إلى حوالى ٥° مئوية فتتبلور الجليسريدات المشبعة ويمكن فصلها بالترشيح . ويطلق على الزيت الناتج بعد هذه المعاملة اسم زيت الشتاء winter oil لتمييزه عن الزيت غير المعامل المعروف باسم زيت

الصيف summer oil. وتقدر نسبة الإستيارين المنفصل فى عملية التشتية بحوالى ١٢ إلى ٢٥ فى المائة من وزن زيت بذرة القطن. ولا تحتاج بعض الزيوت إلى إجـــراء عملية التشتية عليها، مثل زيوت الزيتون وفول الصويا والذرة وعباد الشمس.

وللاستيارين المنفصل فى عملية تشتية الزيوت فوائد إقتصادية منها استخدامه فى صناعة بديل شحم الخنزير.



(شكل ١٧)

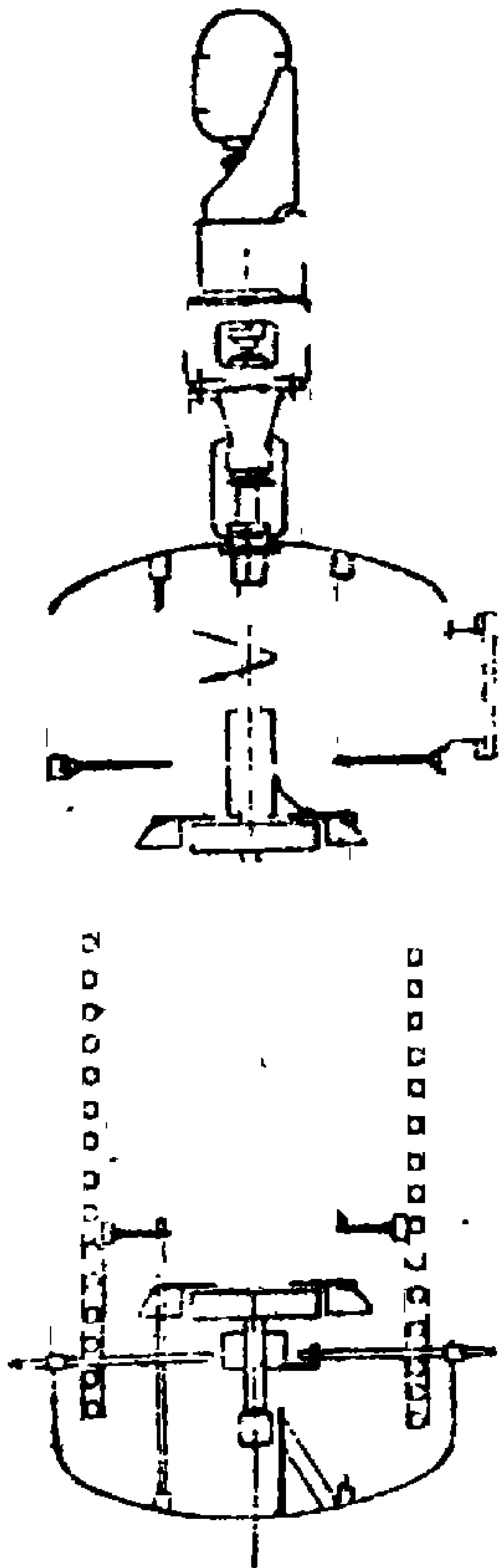
رسم تخطيطى لعملية إزالة الرائحة من الزيت بالطريقة شبه المستمرة

هدرجة الزيوت:

بدأت معرفة الإنسان بعملية الهدرجة فى عام ١٨٩٦ إثر توفيق Sabatier, Sanderens فى هدرجة بعض المركبات الغازية غير المشبعة مثل حامض الأوليك

فى الحالة الغازية وذلك باستعمال النيكل المجزأ كعامل ملامسة . وفى عام ١٩٠٢ استطاع Normann تنفيذ عملية المدرجة فى الزيوت والدهون والأحماض الدهنية فى الحالة السائلة .

تجرى المدرجة فى وجود عامل ملامسة مناسب . ومن المحتمل أن كلا من الزيت والإيدروجين يندمج مع عامل الملامسة ثم يتفاعلان معا . ويحدث إدمصاص المواد على عامل الملامسة فى أماكن محددة منه تعرف باسم المراكز الفعالة active centers . وينتج عن ادمصاص الإيدروجين على النيكل المجزأ حرارة إدمصاص تقدر بحوالى ١٣٠٠٠ سعراً . ويحضر النيكل المجزأ النشط بتسخين أكسيد النيكل على درجة ٣٠٠ إلى ٣٥٠° مئوية فى جو من الإيدروجين لإختزال الأكسيد المحضر عادة بالترسيب من محاول ملح نيكل بالصودا الكاوية أو بحرق نترات النيكل أو بالأكسدة على قطب سالب . ويفضل دائماً ترسيب النيكل على سطح مناسب لزيادة السطح المعرض من عامل الملامسة فتزداد كفاءته ، ويجرى ذلك بإضافة مادة diatomaceous earth بنسبة عشرة أو عشرين فى المائة إلى محاول كبريتات نيكل مع الرج الجيد ثم معاملة المخلوط بمحاول كربونات صوديوم ، فيترسب ملح النيكل الذى يفصل بالترشيح ويغسل ويجفف ويختزل بالتسخين فى جو من غاز الإيدروجين .



(شكل ١٨)
جهاز هدرجة الزيت

ومن عوامل الملامسة الشائعة الاستعمال البلاتين والبلاديوم اللذين يعطيان نتائج جيدة عند درجات الحرارة المنخفضة ويجب عدم وجود مواد تسبب تسمم عامل الملامسة مثل الزرنيخ أو مركبات الرصاص أو الكبريت . بل قد يفضل أحيانا إضافة بعض المواد التى تزيد من كفاءة عامل الملامسة المستخدم ، وفى بعض الأحيان يستخدم سبيكة المعدن مذابة فى محاول

صودا كاوية لتأدية فعل الملامسة ، مثال ذلك سبيكة النيكل التى تعطى عامل ملامسة يعرف تجاريا باسم Raney nickel **نيكل رانى وهو نيكل اسفنجى القوام يستعمل كمادة حفازة .**

وتستعمل عوامل ملامسة أخرى فى تفاعلات الزيوت والدهون ، منها كروميت النحاس المحتوى على أكسيد حديد بنسبة ثلاثة فى المائة الذى يستعمل فى تحويل المكونات الدهنية إلى كحولات بتحويل المجموعة الكربوكسيلية أو مجموعة الكربونيل الإستيرية فى الدهن إلى المجموعة الكحولية المقابلة ، وذلك تحت ظروف محددة ، أهمها درجة الحرارة والضغط المرتفعين وعامل الملامسة المناسب . وهذا التفاعل hydrogenolysis reaction يستعمل فى تحضير المواد المنظفة المعروفة باسم الجاردينول gardinol نسبة إلى الشركة المنتجة لها قديما . وتبلغ درجة الحرارة المستخدمة فى هذا التفاعل ٣٠٠° مئوية والضغط الجوى حوالى ٢٠٠ ضغط جوى أو أكثر . وقد يحدث فى هذا التفاعل أن تختزل مجموعة الكربوكسيل فى الأحماض غير المشبعة أيضاً منتجة كحولات غير مشبعة متنوعة . لذلك يطلق على عامل الملامسة المستخدم فى مثل هذا التفاعل اسم عامل الملامسة الإختيارى selective catalyst الذى من أمثلته أيضاً كروميت الزنك . لكنه بوجه عام يفضل استخدام الإختزال بالصوديوم فى تحضير الكحولات غير المشبعة .

فى هدرجة مخاليط الجليسريدات أو الأحماض الدهنية المحتوية على روابط مزدوجة يبدأ ارتباط الإيدروجين فى المركب ذى العدد الأكبر من الروابط المزدوجة ويستمر الإرتباط فى هذا المركب حتى يتحول الجزء الأكبر منه إلى المركب الذى يليه . مثال ذلك هدرجة مخلوط من حمضى اللينوليك والأوليك فإن الهدرجة تبدأ فى حامض اللينوليك وتستمر حتى يتحول معظمه إلى حمض أوليك قبل أن تتحول أى كمية ملموسة من حمض الأوليك إلى حمض استياريك . ويشترط فى حدوث هذه الهدرجة الإختيارية تساوى عدد ذرات الكربون فى مركبات المخلوط . ولا تحدث هذه الهدرجة الإختيارية فى الزيوت التى تحتوى أحماضها الدهنية على روابط مزدوجة يفصلها عن بعضها أكثر من مجموعة — CH_2 — واحدة . وتتأثر الهدرجة الإختيارية عادة بظروف التفاعل ومن الممكن أن تبلغ حدها الأقصى الذى يقدر بحوالى تسعين فى المائة من القدر المحسوب نظرياً .



(شكل ١٩)
رسم تخطيطى يوضح كيفية إنتاج الكحولات الدهنية

وفى حالة الهدرجة الجزئية تتكون أحماض أوليك مشابهة وهى تتميز بإرتفاع نقطة إنصهارها عن حمض الأوليك .

تفيد هدرجة الزيوت هدرجة كاملة أو جزئية فى إكساب المواد الدهنية قواما متماسكا ، كما هو الحال فى إنتاج دهون الخبيز والمرجرين ودهون الصابون ، وفى تحسين لون المواد الدهنية وإزالة الرائحة والطعم المميزين للدهن الخام وغير المرغوبين لدى المستهلكين .

ويتأثر مدى سير التفاعل ومدى الهدرجة بظروف العملية أى بدرجة الحرارة والضغط وكفاءة عامل الملامسة ومدى الخلط ومدى نقاوة كل من الزيت وغاز الإيدروجين .

تستلزم عملية هدرجة الزيوت وجود المحوّل convertor وأجهزة تنقية وقصر لون الزيت وأجهزة ومعدات توليد وتخزين غاز الإيدروجين وإمكانيات إزالة الرائحة من المسلى الناتج وترشيحه .

يسبق عملية هدرجة الزيوت عادة عمليات تنقية الزيوت باستعمال الصودا الكاوية وقصر لونها باستعمال مواد الإدمصاص .

ويحضر الإيدروجين فى المصانع بطرق متعددة وبنظام مستمر . ففى المصانع الصغيرة تستعمل الطريقة الكهربائية أو تشترى اسطوانات الغاز المضغوط ، وفى المصانع الأكبر تستعمل طريقة البخار والحديد أو طريقة البخار والإيدروكربون . وتتلخص طريقة البخار والحديد steam-iron process فى إمرار بخار الماء على الحديد الساخن المحضر من أكسيد الحديد باختزاله بغاز الماء water gas. أما طريقة البخار والإيدروكربون فيمزج فيها الميثان والبخار فى وجود عامل مساعد لتحويل المخلوط إلى إيدروجين وأول أكسيد كربون . والإيدروجين الناتج من طريقة البخار والحديد تبلغ درجة نقاوته ٩٩ فى المائة ويمكن تنقيته بعد ذلك .

وتقسم طرق تحضير عامل الملامسة إلى قسمين هما طرق الإختزال الجاف وطرق الإختزال الرطب . ففى الأولى يمرر غاز الإيدروجين على كربونات النيكل وأكسيد النيكل على درجة حرارة مرتفعة فى أفران خاصة بعضها من النوع المستمر يتكون

من أنبوبة من الصلب يمر خلالها عامل الملامسة على سير ناقل فى إتجاه مضاد لاتجاه الغاز المختزل . وتغذى الأفران أوتوماتيكيا ، كما أنها تصب الناتج من الزيت دون أن يتصل بالهواء . وفى طريقة الإختزال الرطب تقلب فورمات النيكل أو كربونات النيكل فى الزيت وترفع درجة الحرارة فيتحلل ملح النيكل عندما تصل درجة الحرارة إلى ٢٥٠° مئوية ويتكون مسحوق ناعم مجزأ من معدن النيكل .

تهدرج الزيوت عادة بطريقة الوجبات فى صهاريج اسطوانية الشكل مصنوعة من الصلب ذات قاع مخروطى بالغة الإرتفاع ، وفيها يمزج عامل الملامسة بالزيت ويحقن هذا بغاز الإيدروجين المندفع من خلال مواسير مثقبة تقع قريباً من قاع الصهريج . وتساعد المقلبات على توزيع الغاز . ومن المفيد سحب جزء من الزيت من أسفل الصهريج وصبه من أعلى ثانية . وتزود الصهاريج بملفات التسخين والتبريد من الداخل أو من الخارج .

تبدأ عملية هدرجة الزيت عادة بدفع الزيت وعامل الملامسة فى المحلول بواسطة مضخات . ويمرر البخار فى مواسير التسخين . ثم يسحب مخلوط الزيت وعامل الملامسة من قاع المحول ويرش فى قمته ثانية . ويقلب الزيت بواسطة مقلبات آلية . يلى ذلك إحداث تفريغ فى المحول فيتخلص من الرطوبة والهواء . وعندما تصل درجة الحرارة إلى ١٠٠° مئوية يوقف التفريغ ويدخل الإيدروجين فى المحول . وبمجرد بدء سير تفاعل الهدرجة يستغنى عن البخار للتسخين إذ أن الهدرجة ينطلق منها حرارة ويمكن تنظيم الحرارة بإمرار الماء فى ملفات التسخين . وتتوقف درجة الحرارة المطلوبة للهدرجة على درجة الصلابة المطلوبة للدهن ونوع الزيت ونوع عامل الملامسة. وقد تصل درجة الحرارة هذه إلى ٢٢٠° مئوية ، وفى حالة الهدرجة الإختيارية عندما يراد تشبيع بعض المركبات العديدة الروابط المزدوجة دون الوصول إلى حالة التشبع الكامل تستعمل درجة حرارة ١٧٥° مئوية وضغط ٢٠ إلى ٤٠ رطل . وبصفة عامة تتطلب الهدرجة الإختيارية ضغطاً منخفضاً ودرجة حرارة مرتفعة وتركيزاً مرتفعاً من عامل الملامسة وقلة انتشار الغاز فى الزيت ، وعندما تصل الهدرجة إلى الدرجة المطلوبة يوقف الغاز ويمرر الماء البارد فى مواسير التسخين والتبريد لخفض درجة حرارة الزيت إلى الحد الذى يمتنع عنده تغير لون الزيت إلى اللون القاتم عند تعرضه

الهواء بينما يجب أن يظل الزيت بدرجة سيولة مناسبة تسمح بترشيحه لفصل عامل الملامسة من الدهن المتماسك . ويجب أن يعامل الدهن الناتج بالتفريغ لإزالة رائحته فيصبح صالحاً للتغذية .

لا تستعمل طريقة الهدرجة المستمرة على نطاق واسع صناعياً . وفى هذه الطريقة يمرر الزيت خلال طبقة ثابتة من عامل الملامسة . ومن طرق الهدرجة المستمرة طريقة Lush, Bolton التى يستخدم فيها تسع اسطوانات قطر كل منها ستة بوصات وارتفاعها سبعة أقدام وبكل اسطوانة قفصان ممتلئان بعامل الملامسة . وهذه الأقفاص يمكن انتزاعها من أماكنها لإعادة تنشيط عامل الملامسة بها بالأكسدة فى مجال كهربائى وباستعمال محلول كربونات صوديوم مخفف كالكتروليت . ويعقب الأكسدة عملية اختزال لإنتاج معدن النيكل باستعمال الإيدروجين عقب إعادة تثبيت الأقفاص فى أماكنها ، ويجرى ذلك على درجة حرارة ٢٥٠° مئوية . وفى أثناء الهدرجة يدخل الزيت الساخن والإيدروجين فى الاسطوانات تحت ضغط يبلغ ٥٠ إلى ١٥٠ رطل . وقد يقتضى الأمر معاملة عامل الملامسة فى حالة ظهور ضعفه وذلك بإمرار مذيب فى الجهاز لإزالة المادة الدهنية ثم تنزع أقفاص العامل المساعد ويؤكسد هذا كهربائياً ثم يغسل بالماء المقطر لإزالة محلول الكربونات . وتعتبر هذه الطريقة بطيئة نسبيا كما أنها لا تؤدى الغرض عندما يراد إضافة نسبة كبيرة من الإيدروجين . وكذلك ليس من السهل التحكم فى العملية عند ما يراد إجراء الهدرجة الاختيارية . وأفضل الطرق المستمرة المستخدمة فى تحضير السلى النباتى هى طريقة Gamble, Proter.

تفكيك الدهون : تحلـــــــق أو انشطار الدهن :

تفكك الجليسريدات صناعياً لتحويلها إلى أحماض دهنية حـــرة وجليسرين ويعرف ذلك بالإصطلاح Fat splitting . وتعتمد جميع الطرق الصناعية المستخدمة فى هذا الغرض على التحليل المائى فى وجود عامل ملامسة خصوصاً عندما تكون درجة الحرارة منخفضة أو بدون استخدام عامل ملامسة على درجات الحرارة العالية التى تصل إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠° مئوية . ويساعد على سير التفاعل زيادة كمية الماء المستخدمة ودوام فصل الجليسرين المتكون تطبيقاً لقانون فعل الكتلة . ويفضل ألا تزيد كمية



(شكل ٢٠)
رسم تخطيطي لعملية معادلة الزيت

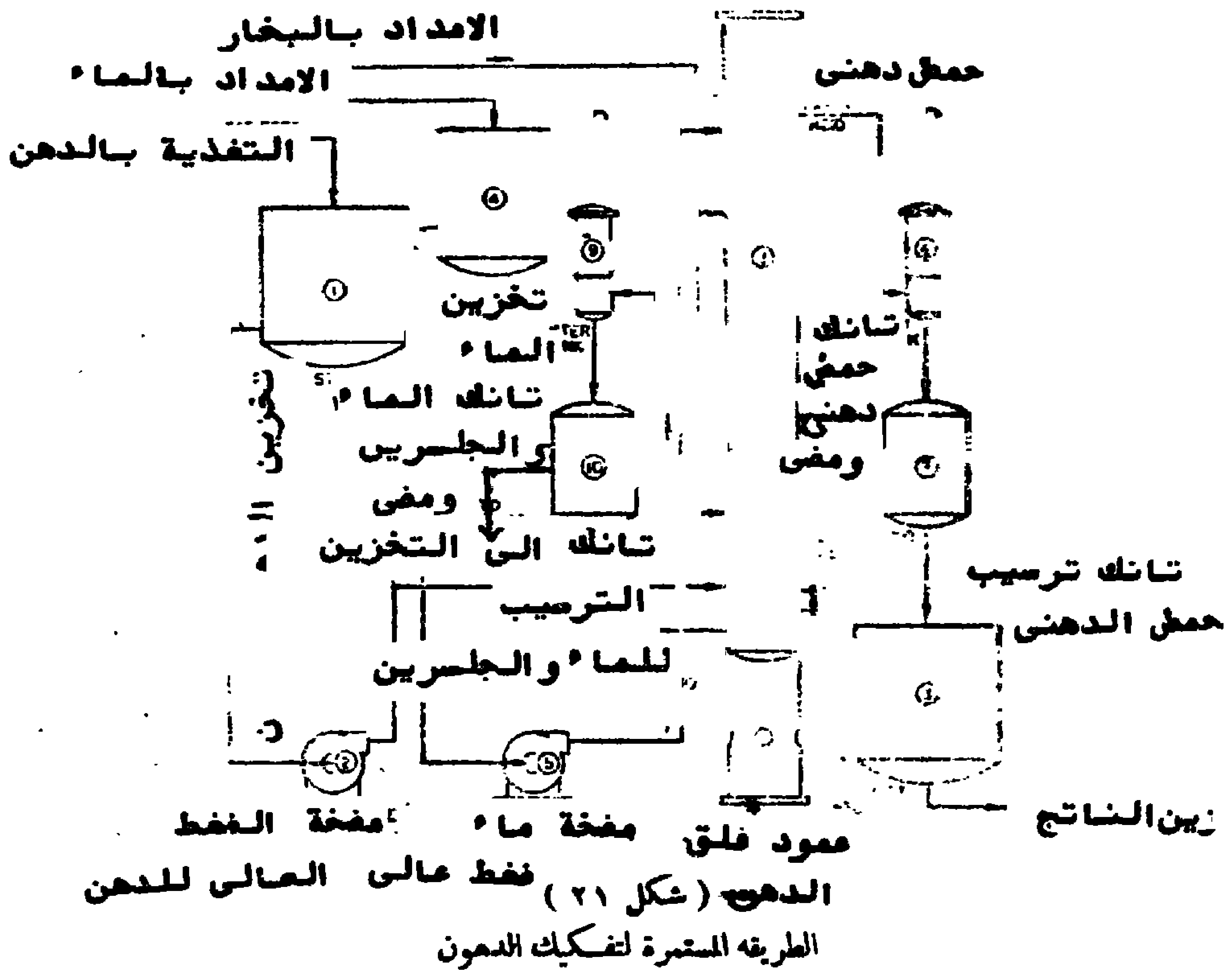
الماء المستخدمة كثيراً لأن هذا يسبب تخفيف تركيز محلول الجليسرين الناتج . ولذلك صممت الطرق الحديثة على أساس إجراء العملية على مراحل واستخدام مبدأ الإتجاه العكسى .

يبدأ التفاعل بتحويل الجليسريدات الثلاثية إلى ثنائية ثم إلى أحادية ثم يلى ذلك إنفراد الجليسرين . وتتوقف سرعة التفاعل على درجة الحرارة وعلى طبيعة عامل الملامسة الذى يزيد من ذوبان الماء فى الدهن ويزيد من تأين الماء الذائب فى الدهن، كما أن نقطة الإتزان فى هذا التفاعل العكسى يحددها تركيز الجليسرين .

حالياً لا تستخدم طريقة الليبيز Lipase process أو طريقة الفصل الحمضى acid-splitting method بكثرة . وتتلخص طريقـــة الأوتوكلاف القديمة autoclave process فى استخدام صهاريج اسطوانية مرتفعه ومستديرة الأطراف قطرها أربعة إلى ستة أقدام وإرتفاعها عشرين إلى أربعين قدما مصنوعة من النحاس أو من الصلب غير القابل للصدأ توضع رأسية . وتعبأ هذه الصهاريج بالخامات بنسبة مائة جزء من الدهن وخمسين جزء من الماء وخمسة أجزاء من عامل الملامسة ، على أن تشغل هذه الكميات ثلاثة أرباع حجم الصهريج فقط . ويحكم قفل الصهريج ويسخن إلى درجة حرارة ١٤٠ إلى١٨٥° مئوية بواسطة البخار . يستمر فى التسخين لمدة خمس إلى عشر ساعات يتم خلالها تحول ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة . ينقل المزيج المتحلل مائيا إلى تانكات ويترك هادئا حتى ينفصل إلى طبقة دهنية وأخرى بها الجليسرين ، والأخيرة تعرف باسم الماء الحلو وتغسل الطبقة الدهنية بالحامض للتخلص من عامل الملامسة الذى قد يكون أكسيد زنك أو أكسيد مغنسيوم أو أكسيد كالسيوم . وعادة تكرر عملية التحليل المائى على الزيت لتفكيك أكبر قدر ممكن منه . وفى حالة استخدام ضغط مرتفع فى التحليل المائى يقرن ذلك بدرجة حرارة مرتفعة تزيد على ٢٠٠° مئوية وفى هذه الحالة يستغنى عن عامل الملامسة .

فى طريقة الاتجاه المضاد المستمرة continuous countercurrent process يستخدم جهاز مصنوع من الصلب غير القابل للصدأ يعرف باسم Inconel قطره ثلاثة أقدام وارتفاعه سبعين قدما وقدرته خمسة آلاف إلى سبعة آلاف رطل من الخامات فى الساعة . وتسخن الخامات فى الجهاز إلى درجة ٢٥٠ إلى ٢٦٠° مئوية

تحت ضغط يبلغ ٧٠٠ إلى ٧٢٥ رطلا . ويعبأ الجهاز بالزيت الذي يدخل من القاع وبالماء الذي يدخل من القمة بنسبة نصف رطل من الماء لكل رطل من الزيت . والجهاز مزود بمسخنات لتسخين الخامات ، وترفع الحرارة إلى درجة أعلى بإدخال البخار على ضغط مرتفع . وفي هذا الجهاز ينسحب ماء الجليسرين المتجمع في القاع بصفة مستمرة أثناء العمل وبذلك يصبح سطح الإنفصال ثابت الوضع تقريبا . أما الأحماض الدهنية فتخرج من فتحة في قمة الجهاز وتكون عادة محتوية على نسبة من الماء الذائب فيها . وهذا الماء ينفصل عندما ينخفض الضغط وتنخفض درجة



(شكل ٢١)
الطريقة المستمرة لتفكيك الدهون

الحرارة إلى حوالي ٩٩° مئوية . والناتج النهائي يحتوي عادة على حوالي ٩٦ إلى ٩٩ في المائة أحماضا دهنية وواحد في المائة رطوبة . أما ماء الجليسرين فيتراوح تركيزه بين عشرة وثمانية عشر في المائة .

في طريقة تويتشل Twitchell process تسخن الخامات إلى درجة مائة

مئوية فقط تحت الضغط الجوى العادى فى وجود مواد خاصة تؤثر على الجذب السطحى ولها قوة استحلاب شديدة كالتى حضرت بمعاملة مخلوط حامض الأوليك والنفثالين بحامض الكبريتيك المركز . وفى هذه الطريقة يضاف الماء إلى الجليسريد بنسبة تتراوح بين ربع ونصف وزن الزيت ، ويضاف عامل الاستحلاب بنسبة نصف إلى واحد فى المائة ، ويسخن المزيج بالبخار المباشر لمدة ١٢ إلى ٤٨ ساعة . وعادة يضاف قليل من الأحماض المعدنية لإسراع التفاعل . ويجرى هذا التفاعل عادة فى صهاريج خشبية أو معدنية . وتبلغ نسبة الأحماض الدهنية المتحصل عليها حوالى ٨٥ فى المائة من وزن الجليسريد وهذه النسبة يمكن أن ترفع إلى ٩٥ فى المائة بإعادة المزج بالماء النقى وتكرار المعاملة . ويتراوح تركيز الجليسرين فى الماء الناتج بين خمسة وخمسة عشر فى المائة .

فى طريقة الليبز Lipase process يستخدم إنزيم الليبز المستخلص من بذور الخروع المقشورة بالماء . ويجرى التفكيك فى هذه الطريقة على درجة ٢٠ إلى ٣٠° مئوية لمدة ٢٤ إلى ٤٨ ساعة ، وهى تفكك حوالى تسعين فى المائة من الجليسريد . وتتميز هذه الطريقة بجودة لون الأحماض الدهنية بسبب إنخفاض درجة الحرارة .

فى طريقة التفكيك بالحامض Acid-splitting process يمزج الدهن بحوالى خمسة إلى ثمانية فى المائة من وزنه حامض كبريتيك مركز ويقلب المزيج جيداً ويسخن بالبخار الجاف إلى درجة ١٢٠° مئوية ، ويستمر التسخين والتقليب لمدة عشر ساعات . فى هذه الطريقة يحدث التحلل المائى كما أن جزءاً من الأحماض الدهنية يحل محلها الحامض المعدنى القوى . ويجب أن تنقى الأحماض الدهنية المتحصل عليها بهذه الطريقة لتحسين لونها ويجرى ذلك بتقطيرها . وتتعرض بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة المحضرة بهذه الطريقة إلى السكبرتة ثم بالتقطير تتحول إلى أحماض إيدروكسيلية ذات درجة انصهار مرتفعة . ولذلك فهذه الطريقة مفضلة فى صناعة خامات الشموع .

السلفنة والكبرتة :

يقصد بالسلفنة Sulfonation معاملة المادة العضوية بحامض الكبريتيك أو حامض الكلوروسلفونيك أو ثالث أكسيد الكبريت بقصد إدخال مجموعة يدكب ام

فى المركب العضوى ، غير أن الذى يحدث عادة هو تكون مركبات تحتوى على المجموعة الإستيرية بدكب لم بدـــولذا يفضل تسمية العملية بالـكبرتة sulfation . والمركبات المتكونة تتشابه مع الإسترات كثيراً فهى تتحلل مائياً بسهولة وتتحلل بالتسخين على درجات حرارة منخفضة نسبياً مقارنة بالسلفونات التى تحتوى على ذرة كبريت متصلة بذرة كربون اتصالا مباشراً .

ولعمليتى السلفنة والـكبرتة أهمية خاصة فى صناعات الزيوت ، إذ بهما يمكن إنتاج الزيوت المعروفة باسم Turkey-red oils كما أنهما يستخدمان فى تحضير بعض المنظفات الأنيونية الصناعية . فالزيت المذكور يحضر بمعاملة زيت الخروع بحامض الـكبريتيك ويستخدم هذا الزيت فى عمليات صباغة القطن بصبغات الأليزارين الحمراء .

تجرى كبرتة الزيوت فى صهاريج مبطنة بالرصاص أو مصنوعة من الصلب المطلى بالنيكل ومزودة بمقلبات وبوسائل تنظيم درجة الحرارة . فيوضع الدهن فى الصهريج ويقلب ويضاف إليه ببطء حامض الـكبريتيك المركز بنسبة ١٥ إلى ٣٣ فى المائة من وزن الزيت مع مراعاة إبقاء درجة الحرارة أقل من ٣٥° مئوية . وعندما يصل التفاعل إلى حالة الاتزان يضاف الماء ويقلب المزيج جيداً ويترك هادئاً . يلى ذلك سحب الطبقة المائية وغسل المتبقى لفصل حامض الـكبريتيك بواسطة محلول كلوريد صوديوم أو كبريتات صوديوم فى الماء تركيزه خمسة عشر فى المائة فهذا المحلول لا تذوب فيه المنتجات المكبرتة . ويضاف للزيت المغسول محلول أمونيا أو محلول صودا كاوية مخفف باحتراس حتى يصبح الزيت المكبرت قابلا للذوبان فى الماء أى أن الناتج قد أصبح متعادلا دون أن تحدث به نسبة ملحوظة من التصبن .

تكبرت زيوت الزيتون والسمك وبذر الـكتان والفول السودانى وبذرة القطن بنفس الطريقة المذكورة . فقط يراعى فى حالة الزيوت والدهون الـكثيرة الروابط غير المشبعة أن يجرى التفاعل على درجة حرارة عشرة مئوية . ونتيجة التفاعل مع الجليسريدات المحتوية على أحماض دهنية أيدروكسيلية أو غير مشبعة هى الـكبرتة والتحلل المائى . فالـكبرتة مترتبة على تفاعل حامض الـكبريتيك مع المجموعة الإيدروكسيلية أو مترتبة على إضافة حامض الـكبريتيك إلى الروابط المزدوجة وذرات الـكربون المجاورة للروابط المزدوجة . أما التحلل المائى فيحدث بتأثير فعل الملامسة الذى يحدثه

حامض الكبريتيك وقد ينتج عنه تكون كميات ملحوظة من الأحماض الدهنية الحرة والجليسرين . وهذه الأحماض الدهنية الحرة قد تبقى فى الناتج النهائى وقد تتحول إلى صابون ويتوقف مدى ذلك على مدى عملية التعادل . وهناك تفاعلات عرضية أخرى تحدث أثناء كبرتة الزيوت يكون نتيجتها حدوث سلفنة أو تكون لاكتونات ولاكتيدات أو اتحاد جزيئات مركبات بعضها polymerization **(بلمرة)**.

يعتبر تفاعل كبرتة الكحولات الاليفاتية طويلة السلسلة هو أهم تفاعلات الكبرتة المستخدمة فى صناعة المنظفات. وهذه الكحولات تحضر باختزال مجموعة الكربوكسيل فى الأحماض الدهنية المنتشرة طبيعياً أو بالتحليل المائى والتصبن لبعض الشموع المعينة . ويجرى تفاعل الكبرتة بطريقة الوجبات التى يستخدم فيها حامض الكلوروسلفونيك أو بالطريقة المستمرة التى يستعمل فيها حامض الكبريتيك . ولا يصلح حامض الكبريتيك لطريقة الوجبات بسبب عدم ثبات الإستر الكبريتى فى وجود الزيادة من حامض الكبريتيك التى يتحتم وجودها لإتمام التفاعل . ويجب فصل ناتج الكبرتة من وسط التفاعل بسرعة منعاً لحدوث تفاعلات عرضية غير مرغوبة كأن يتكون الإيثير نتيجة لفقد جزىء ماء من كل جزيئين كحول ، أو يتكون أوليفين نتيجة لفقد جزىء ماء من جزىء الكحول ، أو يتأكسد الكحول إلى الألدهيد المقابل ثم إلى حامض ، وهذا الحامض المتكون قد يتفاعل مع الكحول مكوناً إستر . أما فى الطريقة المستمرة فيستعمل حامض الكبريتيك البالغ تركيزه تسعة وتسعين فى المائة وتضبط درجة الحرارة عند ٧٠° مئوية فيستمر التفاعل لمدة عشر ثوانى . وتستلزم هذه الطريقة المستمرة استخدام مقلبات من الصلب غير القابل للصدأ . ويعادل الناتج فى أجهزة بسيطة مزودة بمضخة ومنظم للحرارة . ويتخلص من كبريتات الصوديوم التى تتكون بكميات كبيرة أثناء التفاعل باستخلاص الكحول المكبرت بالمذيبات العضوية. وقد يستعمل بخار ثالث أكسيد الكبريت فى إحداث الكبرتة عندما يراد الحصول على كبريتات نقية خالية من الأملاح المعدنية .

تحضر المنظفات الدهنية المصدر أيضاً بكبرتة الجليسريدات الأحادية والكحولات طويلة السلسلة ذات الروابط المزدوجة المؤكسدة ، فى الحالة الأولى يكبرت الجليسرين فيتحول إلى إستر وهذا الإستر يتفاعل مع الجليسريد الثلاثى .

يمكن سلفنة أو كبرتة الزيت المعدنى أو مواداً أخرى غير دهنية فتنتج المركبات التسالية :

١ـ **سلفونات الكيل أ ريل** وهذه تحضر بالسلفنة المستمرة مع ضمان جودة الخلط والتحكم فى درجة الحرارة . وتفصل الأحماض الحرة وكبريتات الصوديوم بالغسيل بالماء ، كما تعادل الحموضة بطريقة مستمرة . وينصح بتخفيف بخار ثالث أكسيد الكبريت بواسطة الهواء أو ثانى أكسيد الكبريت ، وذلك لتخفيف حدة التفاعل. **والالكيل شق أليفاتى هيدروكربونى احادى التكافؤ أما الأريل فعبارة عن شق عضوى عطرى يتبقى بعد ازالة ذرة ايدروجين من جزىء هيدروكربونى.**

٢ ـ منظفات Alipal-type وهى محضرة بكبرتة فينولات ذات روابط مزدوجه باستعمال حامض سلفاميك . ولا ينصح باستعمال حامض الكبريتيك فى هذا التفاعل لأنه يؤدى إلى سلفنة النواة العطرية وتكوين مركبات غير مرغوبة .

٣ ـ كبريتات الألكيل الثانية وهى تحضر بسلفنة الأوليفينات الأولية أو الثانية باستعمال حامض كبريتيك .

٤ ـ البرافينات المسلفنة وهى تحضر باستخدام تفاعل sulfochlorination . ويمكن الحصول على نفس النتائج باستخدام تفاعل sulfoxidation على نطاق ضيق . ففى التفاعل الأول المعروف باسم Reed-horn process يعامل الإيدروكربون المشبع بالكلور وثانى أكسيد الكبريت على درجة ٣٠° مئوية فى وجود عامل ملامسة مثل ضوء أكتينى ، فيتكون كلوريد سلفونيك يتحلل مائياً بعد ذلك . وفى التفاعل الثانى المعروف باسم Hostapon process يعامل الإيدروكربون المشبع بثانى أكسيد الكبريت والأكسجين فتتكون الأحماض السلفونية مباشرة .

تقطير الأحماض الدهنية :

تقطر الأحماض الدهنية لإزالة لونها ورائحتها ، كما تقطر جزئياً لفصل الأحماض المختلفة عن بعضها نتيجة لإختلاف أوزانها الجزيئية . ويتخلف فى أجهزة التقطير بقايا تعرف باسم pitch القار .

والنظم الثلاث الرئيسية المتبعة فى تقطير الأحماض الدهنية هى نظام الوجبات

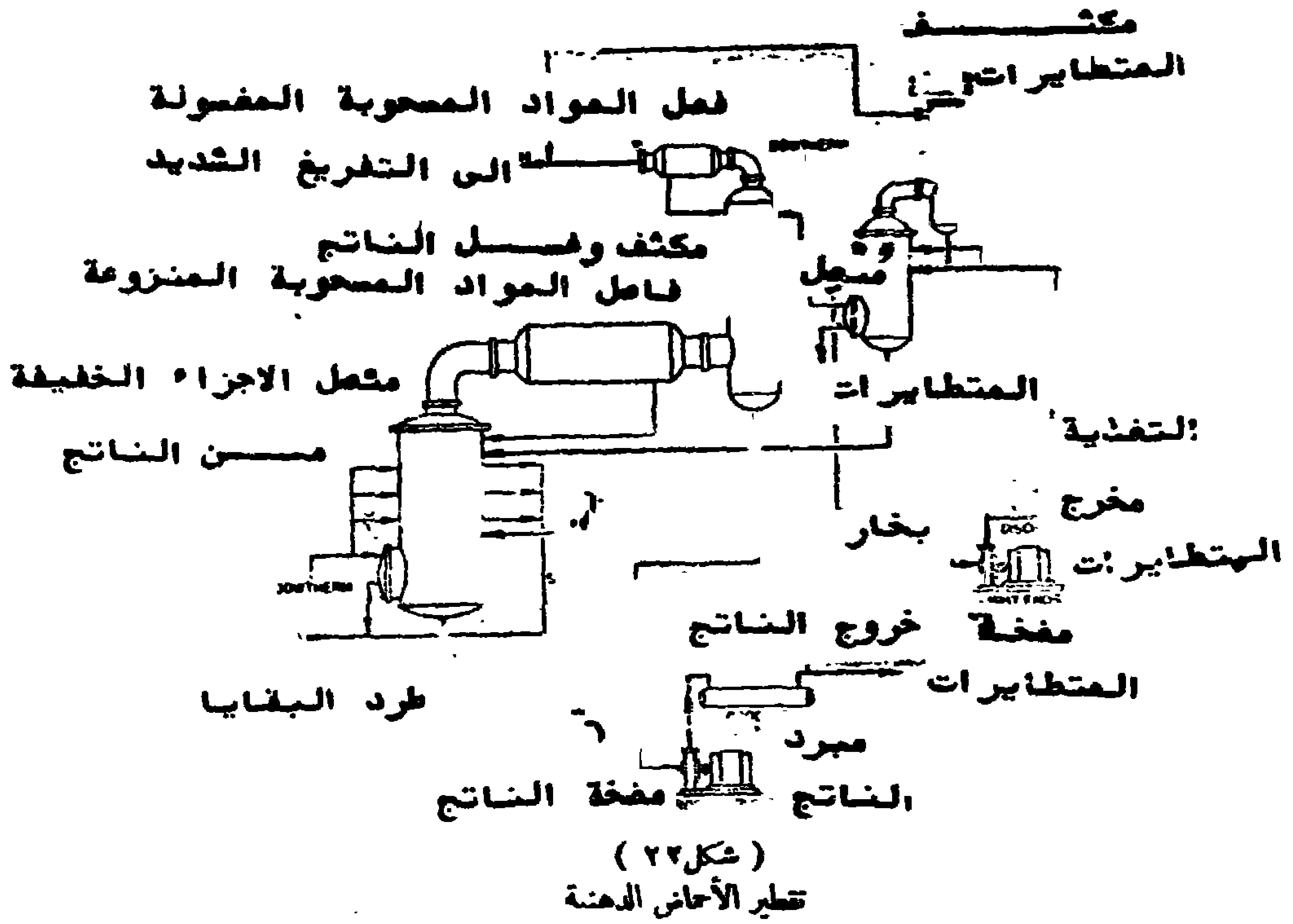
شبه المستمر ، والنظام المستمر المبسط ، ونظام التقطير الجزئي المستمر . والمتبع حالياً في التسخين هو نظام التسخين غير المباشر باستخدام البخار . وفي الطريقة الحديثة للتقطير الومضي Flash distillation يسخن الزيت مبدئياً ثم يدفع في صهريج مسخن ومفرغ فتتبخر الأحماض الدهنية وتندفع مع تيار البخار المسخن المار داخل الصهريج في نفس إتجاهه أو عكس إتجاهه إلى المكثفات التي تستعمل أيضاً في تسخين الزيت الخام الداخل إلى جهاز التقطير . وقد تزود هذه الأجهزة بأعمدة تجزئة لفصل الأحماض الدهنية عن بعضها .

تصنع الأجهزة الحديثة من مادة تتحمل فعل الأحماض الدهنية الساخنة وأبخرتها في تآكل المعدن . وأفضل المواد لصناعة أجهزة التقطير هذه هو الصلب غير القابل للصدأ المحتوى على نسبة ضئيلة من الولبديوم .

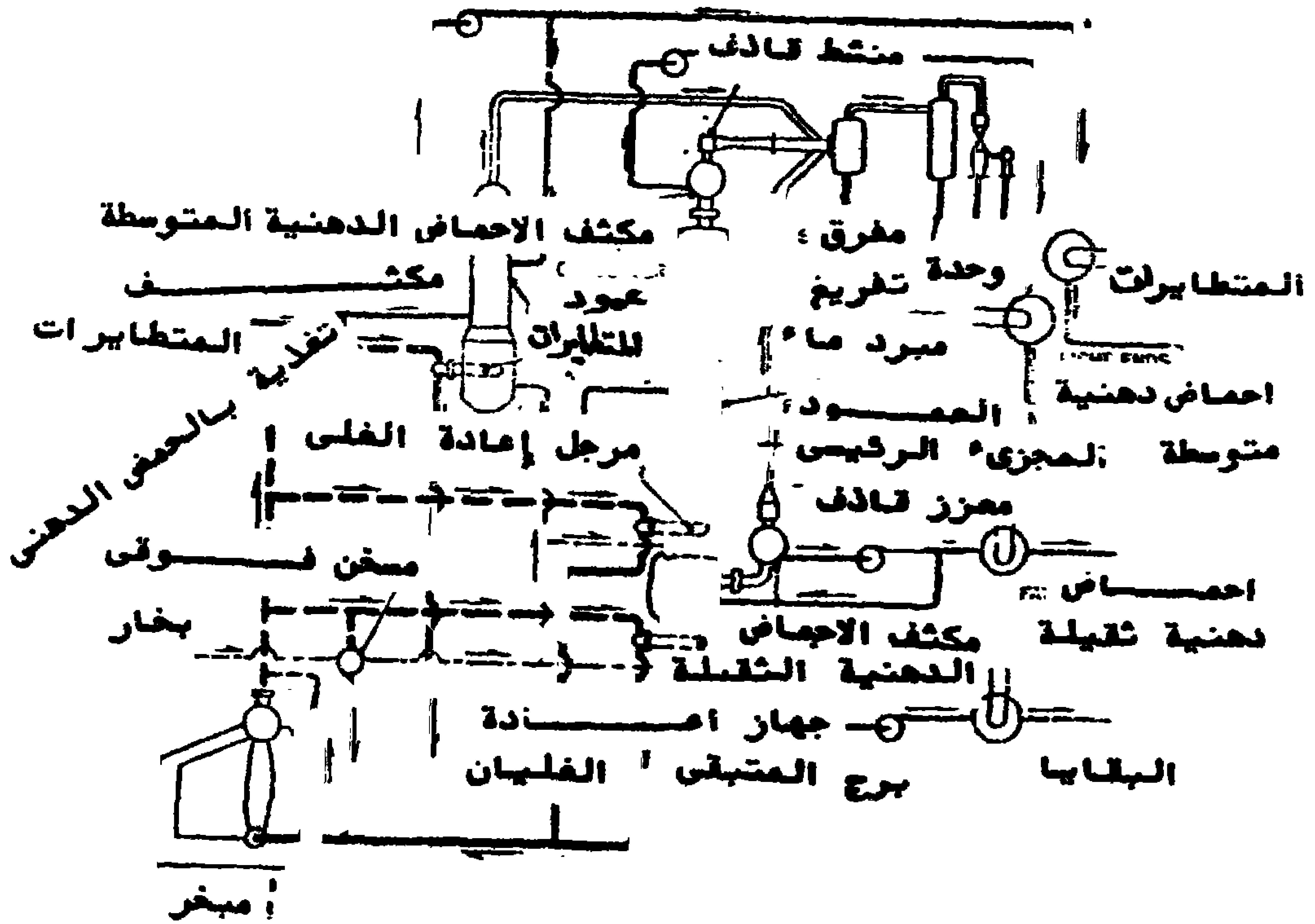
وعادة تنقى الأحماض الدهنية المستخرجة من الدهون بأي من طرق التحليل المائي قبل تقطيرها وذلك بالغسيل بالحامض ثم الغسيل بالماء ثم إزالة الهواء ، وأحياناً يقصر لون هذه الأحماض الدهنية وتهدرج .

ومن الأهمية بمكان أن يراعى في تقطير الأحماض الدهنية عدم تجاوز درجة الحرارة ٢٥٠° مئوية منعاً لتكسر الأحماض الدهنية وتحولها إلى أنهدريدات وكيتونات وإيدروكربونات وناتجات قصيرة السلسلة ومركبات بوليمر . ويساعد البخار المستخدم في التقطير في عدم تكون الأنهدريدات نتيجة لوجود بعض الماء . لذلك يستخدم قليل من البخار الآن في الطرق الحديثة التي أصبحت في غنى عن استخدام البخار لأنها تعمل تحت ضغط يتراوح بين خمسة وخمسين مليمتراً من الزئبق .

في الطريقة الحديثة تدفع الخامات في عامود المعاملة المبدئية المزود عند القاعدة بمسخنات ترفع درجة الحرارة إلى ٢٥٠° مئوية والمفرغ إلى ضغط ٣٥ مليمتراً من الزئبق . ويدفع البخار من القاعدة أيضاً . ثم تمرر المواد إلى العامود الثاني الذي بداخله كمية صغيرة من البخار والذي يضبط الضغط في قمته عند خمسة مليمترات من الزئبق وفي قاعدته عند خمسة وثلاثين مليمتراً . وفي العامود الثالث يقطر الجزء ذو درجة الغليان المرتفعة تحت ضغط يبلغ حوالى خمسة مليمترات . يتقطر حامض البالمتيك في التانك الثاني بينما يتقطر حامض الإستياريك من التانك الثالث .



(شكل ٢٢)
تقطير الأحماض الدهنية



(شكل ٢٣)
التقطير الجزئى للأحماض الدهنية

الدهون الغذائية

تنقسم الدهون الغذائية إلى سائلة ، مثل زيت الطهى وزيت السلاطة ، وصلبة ، مثل الزبد والمرجرين وشحم الخنزير والمسلى النباتى . والنوع الأخير يدخل ضمن المواد الصلبة ذات القوام اللزج اللدون plastic . وتمثل الجليسريدات الصلبة فى هذه المواد ذات القوام الصلب نسبة ضئيلة ، فهى مثلا لا تتجاوز عشرين فى المائة من وزن المسلى النباتى عند درجة ٧٥° فهرنهيت ، أو أربعين فى المائة عند درجة ٥٠° فهرنهيت أو أقل من عشرة فى المائة عند درجة ١٠٠° فهرنهيت . وتتميز هذه المواد الصلبة من وجهة القوام بإمكان تغيير شكلها عند ضغطها بقوة يدوياً أو آلياً على أن تحتفظ بصفة دائمة بالشكل الذى تأخذه تحت تأثير هذا الضغط ، فهى تفقد صفة المواد الصلبة إذن وتأخذ صفة السوائل . وتمثل هذه الدهون الصلبة نظامان أحدهما عبارة عن بللورات محجوزة والآخر زيت أو سائل محصور . ويتوقف مدى اللزوجة والمطاطية فى هذه المنتجات على كمية وطبيعة وحجم البللورات الصلبة فى الناتج الدهنى . وتحتوى هذه الدهون عادة على كمية من الهواء ، ففى المسلى النباتى مثلا تصل هذه النسبة إلى حوالى ١٠ أو ١٥ فى المائة من حجم المسلى . وهذا النوع من المواد الدهنية مهم فى صناعة الخبز لأن المواد الدهنية الطيعـــة plastic fat تنتشر فى العجينة بدرجة أفضل من الدهون السائلة . وهـذه الصفة تتفاوت فى المنتجات المختلفة تبعاً لإختلاف تركيب الجليسريدات . ويفيد ذلك التفاوت صناعياً ، إذ أن الحلوى المخبوزة يفضل فى صناعتها الدهون المحددة اللدونة short plast مثل زبد الكاكاو . وفى صناعة المسلى النباتى والمرجرين يفضل استعمال الجليسريدات التى تنصهر عند درجة حرارة غير محـددة تماما . ويؤثر حجم البللورات فى قوام الدهن ، فيزداد التماسك كلما صغر حجم البللورات . وتؤثر هدرجة الزيوت والدهون فى صفات الناتج ، فمثلا تفضل الهدرجة الإختيارية فى صناعة المرجرين والمسلى النباتى لتحويل جميع اللينوليات إلى أوليات وخفض كمية الإستيارات المتكونة إلى أقل حد ممكن . وتخفض نسبة الأوليات المشابهة isooleate المتكونة أثناء الهدرجة إلى أقل حد ممكن فى صناعة المسلى النباتى ، بينما تعتبر هذه مرغوبة فى صناعة المرجرين . لذلك تهدرج زيوت المرجرين عند ضغط منخفض يبلغ صفر إلى خمسة أرطال على

البوصة المربعة وعلى درجة حرارة مرتفعة تبلغ ٤٠° فهرنهيت وفى وجود عامل مساعد . أما الزيوت المستخدمة فى صناعة دهون الخبز فتهدرج عند ضغط أكثر إرتفاعا يصل إلى ستين رطل على البوصة المربعة وعند درجة حرارة أكثر إنخفاضاً تتراوح بين ٢٠٠ . ٣٠٠° فهرنهيت وفى وجود عامل ملامسة للهدرجة الاختيارية .

أشهر هذه الزيوت والدهون الغذائية ما يلى :

١ – زيت السلاطة وزيت الطهى :

تحضر زيوت السلاطة والطهى من الزيوت النباتية السائلة التى لا ترتفع فيها نسبة الجليسريدات غير المشبعة . وهذه الزيوت تنقى بإضافة الصودا الكاوية ويقصر لونها وتزال رائحتها ، ويستثنى من ذلك زيت الزيتون . وتعامل بعض الزيوت ، مثل زيت بذرة القطن ، بالتشتيه نظراً لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الجليسريدات ذات درجة الإنصهار العالية مما يسبب تعكر أو تجمد الزيت عند حفظه فى الثلاجات. وعادة تجرى التشتية بعد تنقية الزيت وقصر لونه وقبل إزالة رائحته . وقد يضاف لزيت السلاطة الليسيثين لمنع تكون البللورات به عند التبريد .

٢ – الزبد :

تعتبر الزبد مستحلباً للماء فى الزيت محتوياً على ثمانين فى المائة تقريباً دهن لبن يظهر كمادة صلبة قابلة التشكيل وليس كسائل كما هو الشائع فى المستحلبات .

يحتوى دهن اللبن البقرى أحماضاً دهنية تتراوح نسبتها المئوية منسوبة لوزن الدهن بين ٣ و ٠ حمض بيوتريك ، ١ و ٢ حمض كابرويك ، ٠٫٥ و ٢٫٥ حمض كابريليك ، ٢و٠ و ٤ حمض كابريك ، ٣٫٥ حمض لوريك ، ١١و٧ حمض ميرستيك ٢٢ و ٣٠ حمض بالمتيك ، ٦ و ١٥ حمض إستياريك ، ١ أحماض مشبعة ذات عشرين أو إثنى وعشرين ذرة كربون ، كمية بسيطة من أحماض غير مشبعة بها عدد من ذرات الكربون يتراوح بين عشرة وستة عشر ، ٣١ و ٤١ حمض أوليك ، ٣ و ٦ حمض أوكتاديكاداى إينويك .

وتحتوى الزبد أيضاً على كميات قليلة من المواد الموجودة طبيعياً فى اللبن مثل

سكر اللكتوز والكازين والفوسفاتيدات والكوليستيرول والأملاح المعدنية ، كما تحتوى على ملح الطعام بنسبة واحد إلى ثلاثة فى المائة ، وعلى خمسة فى المائة هواء يدخل الزبد أثناء تحضيرها ، وعلى الفيتامينات الذائبة فى الدهون وهى A, D, E, K ويعتبر اللون الكهرمانى المميز للزبد مصدره الكاروتين والليوتين . أما رائحة ونكهة الزبد المميزة فترجع إلى تكون ثنائى الأسيتيل diacetyl بفعل بكتريا التخمر على السترات فى اللبن أساساً ، ويتدخل فى ذلك أيضاً حمضا البيوتريك واللكتيك وبعض المكونات الأخرى .

تحضر الزبد من القشدة المحتوية على دهن بنسبة ٣٥ فى المائة تقريباً ، فتبستر هذه وتسوى باضافة بعض البكتريا إليها فتظهر نكهة خاصة كما تزداد الحموضة . تخض القشدة المتخمرة حتى يتحول مستحلب الدهن فى الماء إلى مستحلب ماء فى الدهن . والنوع الحديث من مخاض اللبن عبارة عن اسطوانات أفقية سعة سبعمائة جالون تدور حول محورها الطولى ومزودة بمقلبات تضرب القشدة أثناء دورانهـا فى الأسطوانات . ويعتبر نقطة وصول حبيبات الدهن إلى حجم حبات البسلة دليلا على إنتهاء عملية المخض ، فيصب الدهن خارج الأسطوانات وتجرى عملية الغسيل بالماء . ويعدل قوام الزبد بضغطها بين سلندرات ذات قنوات فى سطوحها .

٣ — المرجرين :

تعتبر المرجرين مستحلباً للماء فى الزيت ، ويوجد فى صورة قابلة للتشكيل . وتصنع المرجرين بمزج اللبن الحمضى بالدهن المناسب الذى يجمد بالتبريد السريع .

ويضاف فى صناعة المرجرين قليل من ملح الطعام ، ومادة ملونة صناعية من أصل نباتى ، ومادة مكسبة للنكهة صناعية أو طبيعية ، وفيتامينات (ا ، ى ، ه) ، وليسيثين ، وجليسريدات أحادية وثنائية وحمض ستريك أو سترات البروبايل المشابهة ، ومواد مثبتة مثل بنزوات الصوديوم أو حمض البنزويك . ويجب أن تكون نسبة الدهن فى الزبد مطابقة للتشريعات الحكومية .

اكتشفت المرجرين فى أثناء البحث عن بديل للزبد . وقد أستعمل فى صناعتها قديما الجزء السائل من الدهن البقرى المعروف باسم زيت الأوليو oleooil الذى

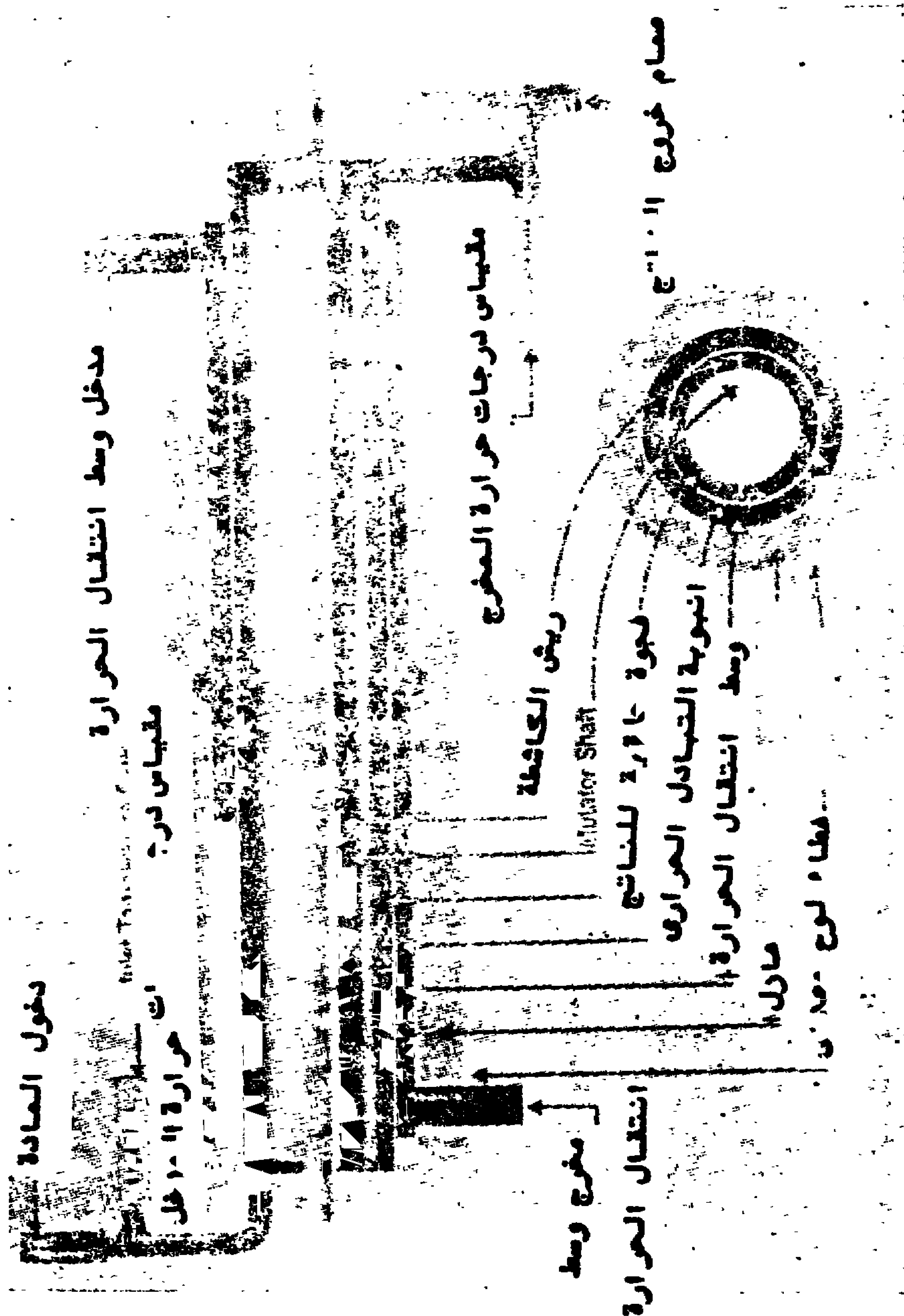
يتكون أساساً من جليسريدات حمض الأوليك وحمض المرجريك margaric ، ولهذا سمي بديل مرجرين زيتى oleo-margarine . لكنه ثبت فيما بعد أن حمض المرجريك ليس موجوداً فى زيت الأوليو ، بل إن الأحماض الدهنية ذات درجة الإنصهار المرتفعة هي خليط من حمضى البالمتيك والإستياريك .

تصنع المرجرين بالطريقة المستمرة باستعمال جهاز يعرف باسم Votator يتكون من اسطوانة من الصلب غير القابل للصدأ أو النيكل المطلى بالكروم مزدوجة الجدار مزودة بنظام للتبريد ، ويدور داخل الاسطوانة بسرعة فائقة عامود مصمت لا يترك سوى فراغاً بسيطاً يسمح بمرور الدهن المراد تبريده ، ومثبت فى العامود صفان من السكاكين العريضة الحادة تثبيتاً خفيفاً يسمح بارتطام هذه السكاكين بالسطح الداخلى للأسطوانة بتأثير الطرد المركزى . وتتراوح سرعة المحور بين أربعمائة وسبعمائة دورة فى الدقيقة ، والعامل المحدد للسرعة هو حجم الأسطوانة .

تتلخص طريقة Girdler لصناعة المرجرين فى إمرار الدهن خلال ثلاثة أجهزة فوتاتور متتالية يطلق عليها إسم الوحدة « ا » ، ثم تدفع المواد المبردة بواسطة مضخة داخل اسطوانة غير مبردة تعرف بالوحدة « ب » وهى خالية من المقلبات ووظيفتها تهيئة الظروف المناسبة لبلورة المرجرين ، وعادة يستعمل وحدتان « ب » ليتسنى ترك المواد داخل كل منهما بعض الوقت . ويعقب ذلك سحب المستحلب المتجمد من الوحدة « ب » خلال قرص مثقب فيأخذ الدهن شكل الشرائح . وتبدأ طريقة الصناعة بمزج الدهن بالمواد القابلة للذوبان فيه ، ومزج اللبن القرز بالمواد القابلة للذوبان فى الماء ، ثم يمزج المزيجان معاً بالتقليب الشديد . يمرر المستحلب فى أجهزة التبريد ووحدتا البلوره ثم يشكل الناتج فى هيئة قوالب وتغلف هذه وتعبأ . وأكثر الزيوت استعمالا فى هذه الصناعة هى زيت فول الصويا المهدرج وزيت بذرة القطن وزيت الأوليو وشحم الخنزير والأوليوستيارين وزيت السمك وزيت الحوت وزيت النخيل وزيت السمسم ، منفردة أو على هيئة مخاليط من إثنين أو أكثر منها .

ويراعى فى خلط الزيوت لصناعة المرجرين إختيار الخلطات المناسبة التى تعطى مرجرين قريبة الصفات من الزبد أو أفضل من الزبد من وجهة القابلية للتشكيل .

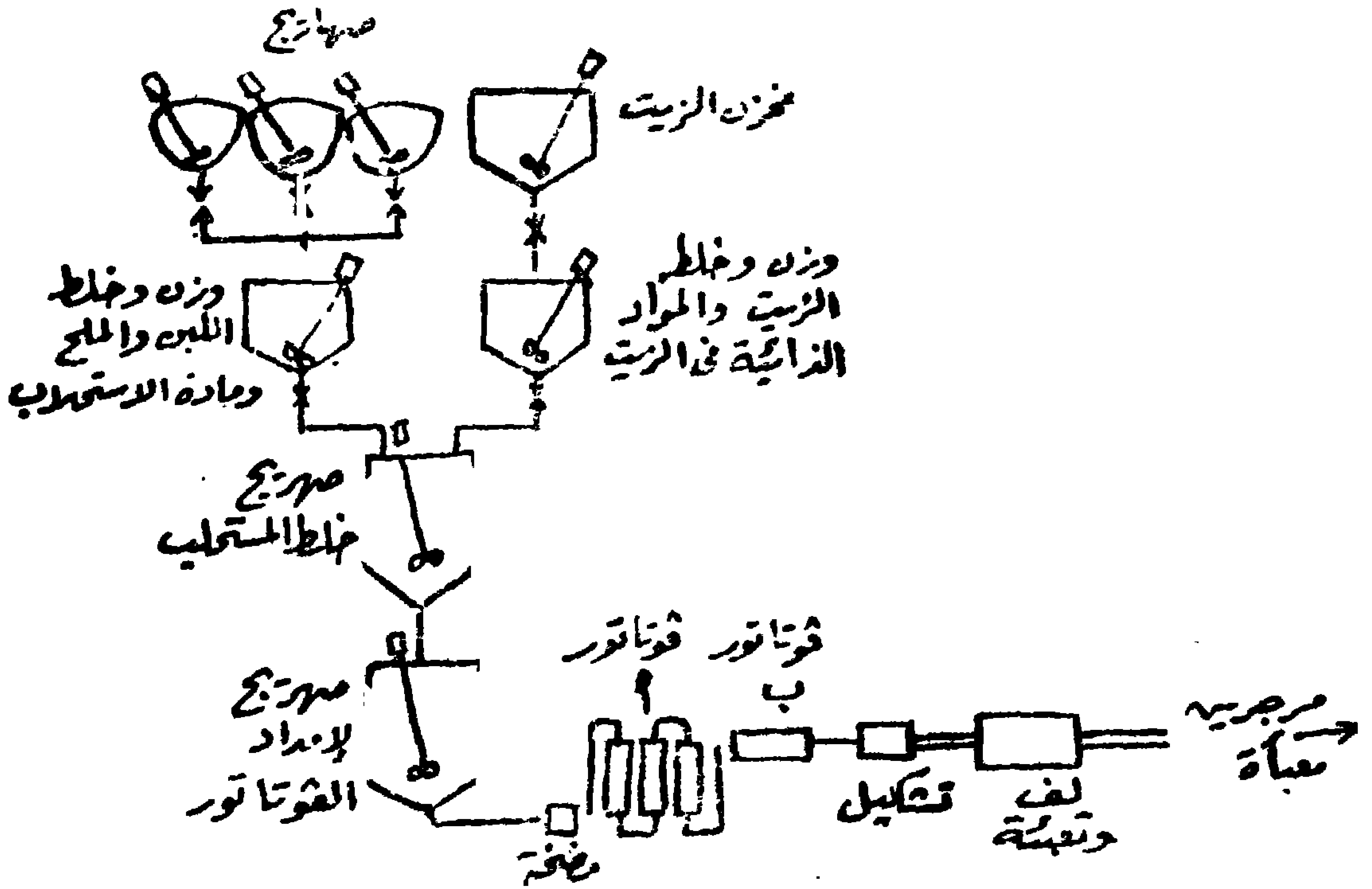
ويلاحظ أن مذاق اللبن المضاف الذى يمثل النظام الداخلى فى المستحلب يظهر فقط فى حالة إنخفاض نقطة إنصهار الدهن المكون للنظام الخارجى فى المستحلب إلى الحد



(شكل ٢٤)

قطاع طولى واخر عرضى فى جهاز الفوناتور

الذى يسمح بانصهار الدهن على اللسان بتأثير درجة حرارة الجسم وبذلك يتعرض النظام الداخلى أى اللبن ويصبح مذاقه محسوساً . واللبن الفرز المستعمل قد يكون عادياً أو حمضياً ، فقط فى حالة استعمال اللبن دون تسويته يجب إضافة كمية كافية من ثنائى الأسيتيل لإظهار الطعم والنكهة . وكثيراً ما تدعم المرجرين بإضافة فيتامين « أ » المحضر معملياً ، ونادراً ما يضاف فيتامين « د » ، ولا يضاف فيتامين « هـ » لوجوده فى الزيوت النباتية عادة . وتلون المرجرين عادة بإضافة الأناتو annatto أو الكاروتين أو بعض المواد المحضرة معملياً الزهيدة الثمن . ويضاف حامض الستريك أو سترات البروبايل المشابهة للمساعدة على تكوين ثنائى الأسيتيل : وتضاف الجليسريدات الأحادية أو الليسيثين أو غيرها لزيادة ثبات المستحلب ومنع تناثر أجزائه .



(شكل ٢٥)

رسم تخطيطى لمصنع مرجرين

٤ — شحم الخنزير ودهون الخبيز :

استعمل شحم الخنزير فى صناعة المنتجات المخبوزة بالدول الأجنبية ، وكان الشائع فى غش هذا الناتج الدهنى هو إضافة زيت بذرة القطن والدهن البقرى والاستيارين إليه . ثم استبدل شحم الخنزير بالمسلى النباتى المعروف باسم دهون الخبيز shortening الذى تفوق على الشحم فى صفاته وصلاحيته لصناعة منتجات المخابز . ويعزى هذا التحسين إلى هدرجة الزيوت وإلى إزالة رائحتها بالتقطير بالبخار تحت ضغط منخفض بالإضافة إلى التنقية بالقلوى وقصر اللون بمواد الإدمصاص مما يساعد فى إزالة رائحة ونكهة الزيت تماما .

تقسم هذه المواد الدهنية إلى قسمين يعرف أحدهما باسم compound shortening المتكون من مخلوط دهون ذى درجة إنصهار بالغة الإرتفاع مثل الإستيارين النباتى أو الحيوانى أو الزيوت الكاملة الهدرجة ، ويتكون الثانى من هدرجة كل الزيت هدرجة إختيارية حتى تصل درجة إنصهاره إلى حد معين ، وهذا النوع الأخير من الدهون هو السائد الإنتشار وهو يتميز بانخفاض العدد اليودى له وبخلوه من حمض اللينوليك وبعدم تعرضه للتزنخ الأكسيدى وبتجانسه وباحتفاظه بالأشكال التى تعطى له بدرجة أكبر من دهون الخبيز المركبة .

قديماً حضرت دهون الخبيز ببلورة الدهون أو مخاليط الدهون المنقاه بالقلوى والمقصور لونها والمهدرجة والمزال منها الرائحة ، وذلك بإمرارها على إسطوانة مبردة تدور حول محورها . أما الطريقة الحديثة للصناعة فتتشابه مع طريقة صناعة المرجرين إلى حد كبير ، فقط تختلف عنها فى تبريد الدهن فى بداية التصنيع إلى درجة ١١٥ أو ١٢٠° فهرنهيت وبعدها يمزج الدهن بالهواء أو بالنتروجين ويدفع فى جهاز الفوتاتور الذى قد يستخدم منه وحدتان « ا » متصلتين ببعضها لضمان برودة الدهن إلى درجة ٦٠ أو ٦٥° فهرنهيت خلال ١٨ ثانية فقط . يلى ذلك إمرار الدهن المبرد الشبه سائل إلى وحدة «ب» وتقليبه ببطء أثناء التبلور الذى يستغرق حوالى ثلاث دقائق . وعادة ترتفع درجة حرارة الدهن أثناء فترة التبلور حوالى عشرة أو خمسة عشر درجة فهرنهيتية بتأثير الحرارة الكامنة للتبلور . يعقب ذلك ضغط الدهن خلال فتحات معينة تحت ضغط يصل إلى ٣٠٠ إلى ٤٠٠ رطل

على البوصة المربعة ثم يعبأ الدهن فى العبوات التى ينصح بحفظها بعد التعبئة لمدة ثلاثة أيام داخل غرف مبردة تحفظ درجة حرارتها عند درجة حرارة التعبئة فيساعد ذلك على تجانس الدهن .

تحضر الآن دهون خبيز مجففة وتستعمل هذه فى صناعة مخاليط منتجات المخابز الجاهزة ready mixed baking products . وتتلخص طريقة صناعة مخاليط الدهون فى إضافة اللبن الفرز إلى الدهن وعمل مستحلب يجفف باستخدام مجففات الرذاذ .

تتوقف جودة شحم الخنزير على طريقة تصنيعه ومنطقة استخراجه من جسم الحيوان . والطرق المتبعة فى استخراج شحم الخنزير هى التسييح تحت الضغط الجوى العادى أو التسييح الجاف أو التسييح الرطب ، وأكثر الطرق إستخداماً هى الطريقة الأخيرة . وينقى هذا الدهن عادة بقصر لونه وبالترسيب باستخدام تراب القصار. ويجمد الدهن بطريقة مشابهة لطريقة تحضير دهون الخبيز فى جهاز فوتاتور ، فهذا الجهاز يعطى نتائج أفضل من الطريقة القديمة المتضمنة تبريد الدهن على اسطوانات مبردة داخلياً تدور حول محورها . والطريقتان الحديثتان لبلورة وتجميد الدهن تعرف إحداهما باسم العشوائية والأخرى التبادلية الموجهة directed interesterification . فى الطريقة الأولى يسخن الشحم المرشح والمجفف لمدة بضع دقائق على درجة ١٦٥° فهرنهيت فى وجود ٢ر٠ فى المائة ميثوكسيد صوديوم أو عامل ملامسة آخر فيؤدى ذلك إلى إنتشار مكونات الدهن من الأحماض الدهنية . وفى الطريقة الثانية يبرد الشحم المجفف تحت ضغط منخفض إلى درجة حرارة تقرب من نقطة إنصهار الشحم ويمزج به عامل اللامسة مملغم صوديوم وبوتاسيوم ويبرد فى جهاز خاص . وتستعمل فى هذه الطريقة الأخيرة درجة حرارة منخفضة تسمح بتبلور الجليسريدات ذات درجة الإنصهار المرتفعة بعد دفعها فى تانكات البلورة مباشرة . ويتخلص من عامل اللامسة بمزج الشحم بعد خروجه من جهاز البلورة على درجة ٩٠ إلى ١٠٠° فهرنهيت بثانى أكسيد الكربون والماء. يلى ذلك صهر الشحم وغسله بالماء للتخلص من الصابون الذى يفصل بالطرد المركزى .

٥ — Global Spreads : الدهون القابلة للانتشار :

هذه الدهون بديلة للزبد وتتميز بصلاحيتها للاستخدام فى الأجواء الشديدة الحرارة والشديدة البرودة . ومن أمثلة هذه الدهون الناتج المحتوى على ٨٤ جزءاً زيت سلاطة مستخرج من فول الصويا ، ١٦ جزءاً استيارات أحادية نقية ، ٣ أجزاء ملح طعام ، قليل من حامض الستريك ، مواد ملونة ومثبتة ومكسبة للنكهة ، وقليل من فيتامينى ا ، د . ويساعد غياب الماء على انتشار ملح الطعام فى صورة مسحوق دقيق النعومة . ويحضر هذا الدهن بالتبريد السريع . وهناك نوع آخر من هذه الدهون يحضر بمزج زيت بذرة القطن المهدرج بالأسيتوأولين بنسبة جزء من الأول إلى خمسة أجزاء من الثانى . وهذا المركب الاخير عبارة عن ١ ، ٢ — ثنائى اسيتو — ٣ — أولين ويحضر من أحادى الأولين بإضافة الخلات acetylation

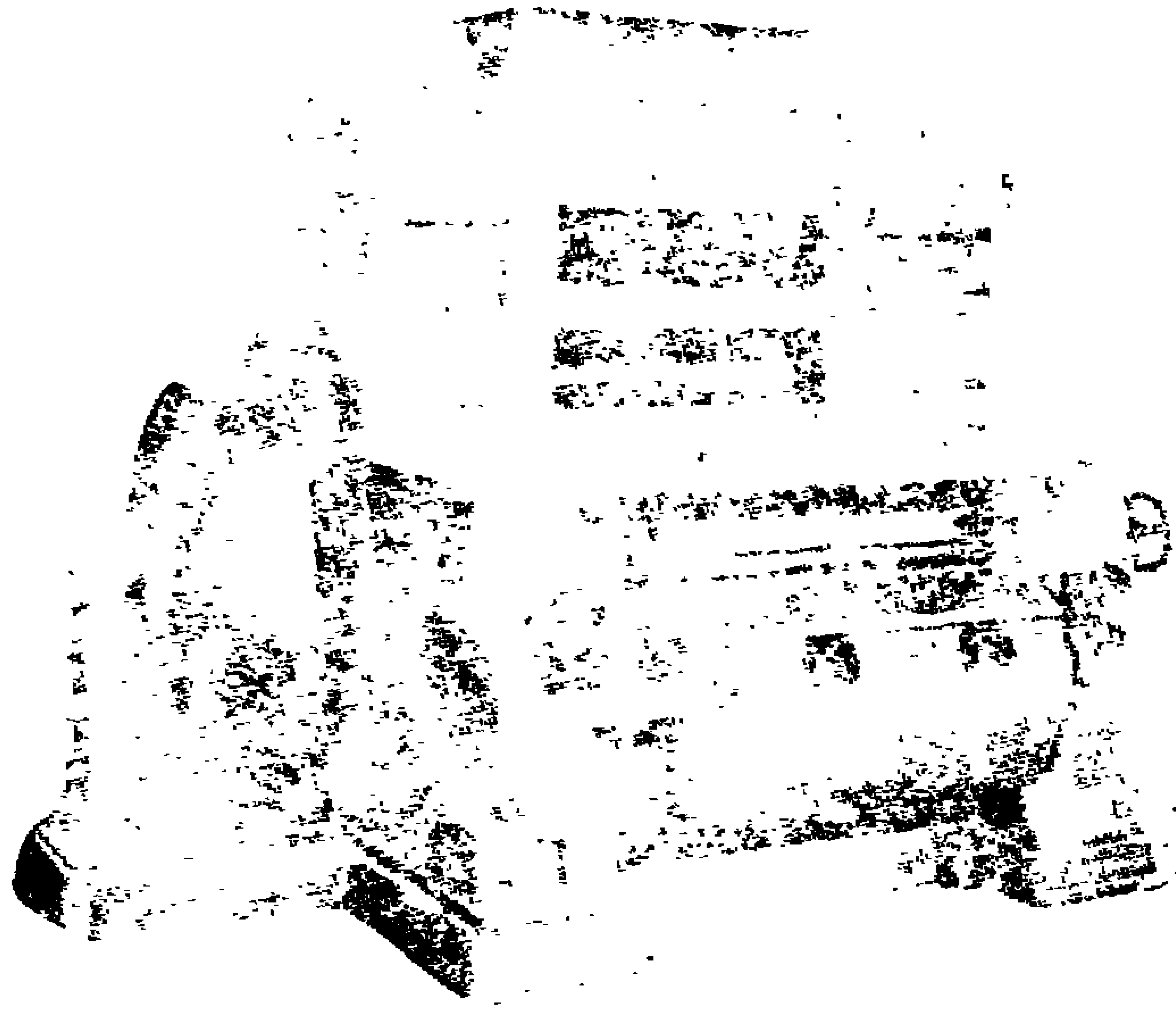
٦ — الدهن البقرى والضأنى :

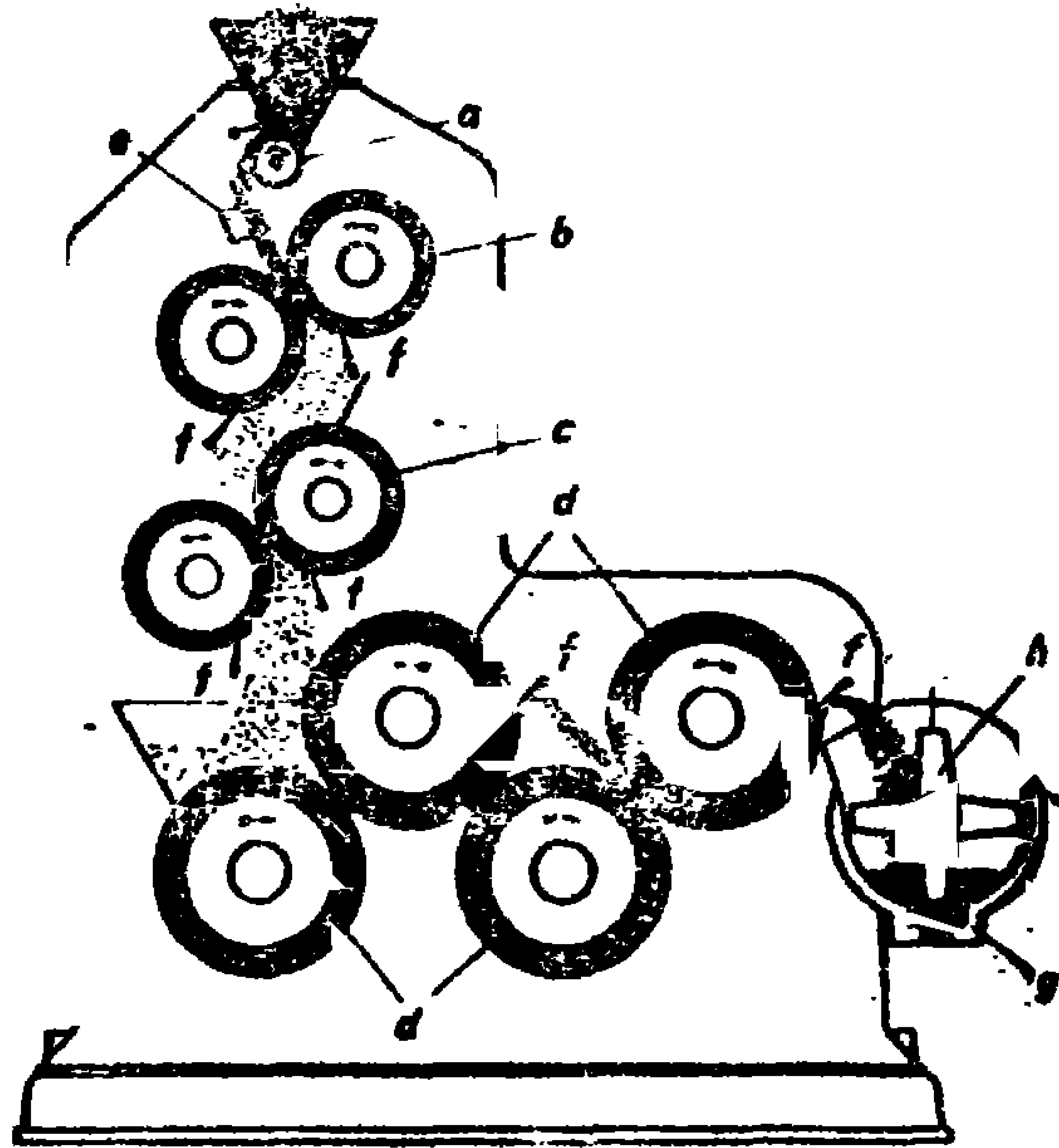
يستخرج الدهن من لحم البقر أو الغنم أو الماعز بطريقة التسييح بالبخار . وتتوقف صفات الدهن على مناطق استخراجه من جسم الحيوان .

ولا يستعمل دهن الغنم على نطاق واسع بسبب رائحته ونكهته المميزة وسرعة تزنخه .

٧ — دهون الشيكولاتة والحلوى :

تستخرج زبد الكاكاو من بذور Theobroma cacao بعصرها بعد تجميصها وجرشها وتقشيرها وطحنها ، ونظراً لارتفاع ثمنها وجدت بدائل لها أهمها جوز جندم ، استياربن زيت جوز الهند ، شحم بورنيو Allenblackia استياربن زيت نواة البلح ، illipe butter، الزيوت المهدرجة ، ولكن الدهون جميعاً لا تضارع زبد الكاكاو من وجهة جودة الصفات .





(شكل ٢٦)

طاحونة الكاكاو

١ — سلندر تغذية الماكينة ٢ — سلندرات ذات قنوات

٣ — سلندرات ملساء ٤ — مغناطيس ٥ — سكينة الكشط

٦ — وعاء ٧ — مقاب

الأكسدة الذاتية فى الدهون ومنتجاتها :

تتعرض المواد الدهنية للفساد بتأثير الأكسدة الذاتية ، وهذا الفساد أى التزنخ يجب تحاشيه لأنه يكسب المنتجات صفة رديئة كما يكسب الصابون رائحة غير مقبولة . وتشير نظرية Farmer إلى أن التزنخ الأكسيدى يرجع إلى تكون هيدروبيروكسيدات فى الإسترات الدهنية غير المشبعة ، فمجاميع الهيدروكسيد ترتبط بذرة الكربون فى الوضع ألفا مجاورة لرابطة مزدوجة — ك يد (أ أ يد) ك يد = ك يد — . وتتكون الهيدروبيروكسيدات بدرجة أسرع فى حالة اللينوليك عنه فى حالة الجليسريدات أحادية الرابطة المزدوجة . وفى حالة إسترات حامض اللينوليك تتغير أوضاع الروابط المزدوجة معطية الوضع المتبادل . ولذلك فيستدل على مدى حدوث التزنخ الأكسيدى فى الدهون بتقدير المجاميع البيروكسيدية . ويعتقد أن تكون الهيدروبيروكسيدات يؤدى إلى تكون ألدهيدات قصيرة السلسلة وكيتونات وأحماضاً وإيدروكربونات وأول أكسيد كربون وثانى أكسيد كربون وإيدروجين وغيرها .

والنوع الآخر من التزنخ الذى يحدث فى الدهون هو التزنخ الكيتونى Ketonic or perfume rancidity الذى ينشأ عنه إكساب الدهن رائحة عطرية . ويبدو أن هذا التزنخ يتضمن أكسدة beta-oxidation فى الأحماض المشبعة الدهنية بتأثير إنزيم البيروكسيديز الذى يوجد فى بعض الفطريات . وهذا التغير يتبعه تكون كيتونات ميثيلية مثل methyl-nonyl and methyl-heptyl ketones **كيتونات الميثايل نونايل والميثايل - هبتايل .**

تساعد المعادن ، مثل النحاس والحديد والكوبلت ، على حدوث الأكسدة الذاتية ، ويعلل ذلك بمساعدتها على تحلل البيروكسيدات . أما المواد التى تمنع حدوث الأكسدة الذاتية فى الدهون فهى البولى فينولات polyphenols والأمينات العطرية ، فهى مواد مانعة للأكسدة أولية primary antioxidants تكسر سلسلة تفاعلات البيروكسيد . وهناك مواد مانعة للأكسدة ثانية secondary تعاون المواد الأولية فى فعلها ومنها حمض الستريك وحمض الفوسفوريك .

تضاف للدهون الحيوانية المصنعة أو مخلوط الدهون الحيوانية والدهون النباتية مواد حافظة منها حمض الستريك وحمض الفوسفوريك وجالات البروبايل والليسيثين ومشترات أحادى البروبايل المشابه والتوكوفيرول ,و الـهيدروكسى أنيزول but البيوتيليـــى وزعمض شنـاشى هيدروجو ايـارتيله butylated hydroxyto و resin guaiac .

بعض الزيوت والدهون الهامة

١ — زيت اللوز :

يستخرج زيت اللوز من بذور اللوز المر أو الحلو Prunus amygdalus ومعظم الزيت المتداول تجارياً مستخرج من اللوز المر الذى تحتوى بذوره على حوالى ٤٠ إلى ٥٥ فى المائة زيت . وتنتشر أشجار اللوز المر فى شمال أفريقيا وأوروبا وآسيا . ويستعمل زيت اللوز الحلو أساساً فى صناعة الأدوية ومواد التجميل ، ولا يعتبر زيت اللوز المر من الزيوت الثابتة ، بل إنه زيت متطاير يتحصل عليه من القرص المتخلف بعد عصر اللوز المر .

٢ — زبد الكاكاو :

تستخرج زبد الـكاكاو من بذور الـكاكاو أى فول الـكاكاو الذى تنتجه شجرة الـكاكاو Theobroma cacao المنتشر زراعتها فى حوض الأمازون وفى معظم الدول ذات المناخ الحار ، فالبذور تحتوى على حوالى ٥٠ إلى ٥٧ فى المائة دهن يستخرج فى صناعة مسحوق الـكاكاو ، وتستخرج زبد الـكاكاو بالـكبس الأيدروليـكى عادة ونادراً ما تستخلص بالمذيبات من البذور غير المحمصة . وتستعمل زبد الـكاكاو فى صناعة الحلوى والمواد الطبية ومواد التجميل .

٣ — الشحم النباتى الصينى :

يوجد الشحم النباتى الصينى Chinese vegetable tallow على هيئة طبقة شمعية مغلفة لبذور شجرة Sapium sebifera . ويعتبر هذا الدهن ضمن الدهون

المغلفة للثمار نظراً لوجوده فى طبقة الميزوكارب فى الثمار ، ويعرف الزيت الموجود فى البذور باسم stillingia oil وهو من الزيوت الجافة . وتنتشر هذه الأشجار فى الصين واليابان والهند وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية . وتبلغ نسبة الشحم فى البذور حوالى الثلاثين فى المائة . ويستخرج هـذا الشحم بتسخين الثمار بالبخار فى أوانى مثقبة تسمح بسيولة وجمع الشحم المنصهر ، أو تفصل البـذور ويكبس الميزوكارب على درجة حرارة مرتفعة . ويعرف الشحم المستخرج بأى من هاتين الطريقتين باسم الشحم نمرة واحد prima وهو يتميز بصلابة القوام وباللمعان . أما الدرجة الثانية من هذا الشحم secunda فتستخرج من الثمار الكاملة وهذا الشحم يتميز بالليونة بسبب إحتوائه على زيت البذور . ويستخدم هذا الشحم بكثرة فى صناعة شموع الإضاءة والصابون . ويبلغ الإنتاج العالمى من هذا الشحم حوالى مائتى مليون رطل سنوياً .

٤ — زيت جوز الهند :

يستخرج زيت جوز الهند من ثمـار شجرة Cocos nucifera التى تنتشر زراعتها فى المناطق الإستوائية . ويحتوى الجزء اللحمى من جوزة الهند على حوالى ٣٠ إلى ٤٠ فى المائة زيت. وبتجفيف هذا الجزءالدهنى ينتج ما يعرف باسم copra وهو يحتوى على ٦٠ إلى ٦٨ فى المائة زيت ، وينتج العالم سنوياً من لباب جوز الهند المجفف حوالى ٧٣٩٢ مليون رطل .

لإستخراج الزيت تقشر الثمار وتقطع إلى أنصاف ويفصل الجزء اللحمى ويجفف هذا تجفيفاً شمسياً أو على لهب أو بالهواء الساخن داخل مجففات صناعية . ويستخرج الزيت بالطريقة البـدائية وهى بتعريض الجزء اللحمى للشمس وجمع الزيت الذى يسيل ، أو بطريقة الغليان للجزء اللحمى ، أو بطريقة الكبس الإيدروليكى بعد طحن وطبخ الخامات ، أو بطريقة المكابس البريمية بعد تدفئة الخامات . وقديستخرج معظم الزيت بطريقة المكابس البريمية ثم يطحن الكسب المتبـقى ويسخن ويعصر فى المكابس الإيدروليكية أو يستخلص منه الزيت بالمذيبات . وعادة يتخلف فى الكسب حوالى واحد فى المائة من الزيت بعد اتباع طريقة المذيبات ، أو ستة فى

المائة فى حالة إتباع طريقة الكبس . ويستعمل هذا الكسب فى تغذية الماشية .
أما الزيت فيستخرج بدرجات متفاوتة ولذا تعرف له أسماء متعددة منها cochin oil لأحسن الدرجات ، Ceylon oil للدرجة المتوسطة ، copra oil للدرجة المنخفضة .

٥ — زيت الذرة :

يستخرج زيت الذرة من أجنة حبوب الذرة Zea mays . فالحبوب تحتوى على حوالى ٣ إلى ٧ فى المائة زيت ، ويتركز معظم هذا الزيت فى الأجنة لذا فنسبة الزيت فى جنين الذرة تبلغ حوالى خمسين فى المائة . وتفصل هذه الأجنة من الحبوب عند طحنها جافة لإستخراج دقيق الذرة أو عند طحنها مبتلة لإستخراج النشا .

ففى طريقة الطحن الجاف تنظف حبوب الذرة وتلين بالبخار أو بالترطيب بالماء وتمرر فى جهاز فصل الأجنة حيث تتساقط الأجنة من ثقوب جدران الجهاز بينما تمر أجزاء الأندوسبرم الكبيرة إلى فتحة فى نهاية الجهاز . وهذا الجهاز عبارة عن سلندر يدور أفقياً داخل اسطوانة من نفس المعدن مثقبة وسطحها الداخلى مزود بنتوءات مماثلة لنتوءات السلندر ، فبمرور الحبوب فى الجهاز تتمزق هذه إرباً .
أما فى طريقة الطحن الرطب فتنقع الحبوب النظيفة لمدة ٤٨ ساعة فى ماء دافىء يحتوى على ٠٫٢ فى المائة ثانى أكسيد كبريت ، ثم تطحن الحبوب المتنفخة اللينة بين حجرين رأسيين يدور أحدهما فى إتجاه مضاد لإتجاه الآخر أو يدور أحدهما ويظل الآخر ثابتاً فيطحن الإندوسبرم بينما يظل الجنين سليما . ويترك المعلق فى أحواض مزودة بمقلبات تطفو الأجنة على السطح نظراً لإنخفاض وزنها النوعى . تغسل هذه الأجنة بالماء فوق المناخل لفصل بقايا النشا ثم تضغط الأجنة قليلا لإزالة معظم رطوبتها وتجفف فى مجففات اسطوانية وتطحن ويستخلص منها الزيت بالكبس أو بالمذيبات . وينقى زيت الذرة المعد لأغراض التغذية بالقلوى ويقصر لونه وتزال رائحته . ويستعمل الكسب المتخلف عن استخلاص الزيت فى تغذية الحيوانات .

٦ — زيت الأسماك وزيت كبد الأسماك :

تحتوى معظم الأسماك على حوالى ١٥ إلى ٢٠ فى المائة زيت ، وأشهر زيوت الأسماك هى زيوت المنهيدين ، السردين ، الرنكة ، السمك اليابانى

البلشار ، السلمون ويستخرج زيت السمك بكبس الأسماك القطعة المطبوخة . وتتلخص خطوات الصناعة فى الطبخ والكبس وتنقية الزيت وتجفيف وطحن البقايا . والشائع فى الطبخ هو باستخدام البخار تحت الضغط الجوى العادى ، أما الكبس فيجرى فى مكابس بريمية . وفى السنين الأخيرة شاع استخلاص زيت الأسماك بالمذيبات . وفى بعض الدول توجد مصانع عائمة لاستخراج زيوت الأسماك وتجفيف وطحن البقايا .

ويحتوى كبد القُدّ على حوالى ٧٥ فى المائة زيت ، ويستخرج هذا الزيت بنزع الكبد وتنظيفه وغسله وتسييح الدهن فى الماء الساخن باستخدام البخار للتسخين . ويتميز هذا الزيت بغناه بفيتامين (أ ، د) وبصلاحيته للأغراض الطبية وهو يعرف باسم cod-liver oil ، أما الزيت المستخرج من الكبد المصاب أو الردىء فيستعمل فى صناعة الجلود ويعرف باسم cod oil . ويمكن استخدام زيوت الأسماك بعد إزالة رائحتها وهدرجتها فى التغذية . أما الزيوت المنخفضة الدرجة فتستعمل فى صناعات الصابون ومواد الطلاء وحبر الطباعة ودباغة الجلود . وتعتبر المواد المتبقية بعد استخراج الزيت من الأسمدة الجيدة لغناها فى النتروجين والفوسفات .

٧ — الشحوم :

يطلق على الشحم غير الغذائى الاسم grease ، وتكون الشحوم بيضاء أو صفراء أو بنية ، كما قد يسمى الشحم تبعاً لمصدره فيعرف باسم شحم العظام أو شحم القمامة . والتقسيم الشائع للشحوم هو :

(أ) شحم أبيض : وهو شبيه بشحم الخنزير وبه نسبة منخفضة من الأحماض الدهنية الحرة ، ولكنه لا يصلح لتغذية الإنسان .

(ب) شحم أصفر : وهو يستخرج من أجزاء الخنزير الداكنة .

(ح) شحم بنى : وهو مزيج من شحم الخنزير ودهن الغنم والدهن البقرى وبقايا تسييح واستخراج الشحوم .

(د) شحم القمامة garbage grease وهو الدهن المستخلص من الفضلات المنزلية وفضلات المطاعم والفنادق ومحال الجزارة بطريقة التسييح بالبخار أو بواسطة المذيبات . وقد يستخرج أيضاً من الحيوانات الميتة .

(هـ) الشحم اللحمى fleshing grease : وهو الدهن المستخرج من القطع اللحمية .

٨ – دهن الخنزير :

يستخرج دهن الخنزير lard من الأنسجة الدهنية السليمة النظيفة فى جسم الخنزير ، وهو يختلف عن دهن الخنزير المسيح rendered pork fat إذ أن الأخير عبارة عن نسبة ضئيلة من دهن الحيوان . ويستخرج شحم الخنزير بطريقة التسييح بالبخار ويعرف الناتج باسم Prime steam lard ، وفى حالة اتباع طريقة التسييح الجاف يكون الناتج ذا نكهة مخالفة . ويستخرج الدهن leaf fat من مناطق معينة من جسم الحيوان بطريقة التسييح فى الأوانى المفتوحة ويستعمل فى الأغراض المنزلية . وقد تسيح أجزاء معينة من دهن الحيوان بالطريقة الرطبة على درجة حرارة منخفضة لإنتاج دهن يستعمل فى صناعة المرجرين .

وعادة يبرد شحم الخنزير على اسطوانات دائرية أو فى جهاز الفوتاتور لإكساب الدهن المظهر غير الشفاف بدلا من مظهره الدهنى شبه الشفاف . وقد يبلور الشحم ويكبس لإعطاء ستيارين الشحم lard stearine أو زيت الشحم lard oil . وقد يجرى ذلك على درجة ١٠° مئوية فينتج زيت الشحم غير القابل للأكل الذى قد ينقى بالقلوى ويزال لونه ويشق . ويستعمل هذا الزيت الأخير فى التشحيم .

٩ – زيت بذر الكتان :

يستخرج زيت بذر الكتان من بذور نبات Linum usitatissimum المنتشر فى المناطق المعتدلة . وتختلف أصناف الكتان المزرعة لإنتاج الألياف عن الأصناف الخاصة بإنتاج الزيت . ويبلغ الإنتاج العالمى من زيت بذر الكتان حوالى

١٠٠٨٠٠٠٠٠٠ رطلا سنوياً . وتنتج الولايات المتحدة الأمريكية وحدها حوالى ٢٦٨٨٠٠٠٠٠٠ رطلا ، ويليها فى الإنتاج روسيا فالأرجنتين فكندا .

تحتوى البذور على حوالى ٣٣ إلى ٤٣ فى المائة زيت يستخرج منها بالكبس على البارد أو الساخن فى مكابس برمية أو ذات أقفاص ، كما قد يستخرج بالمذيبات . وتبدأ خطوات التصنيع بتنظيف البذور وطحنها وطبخها وكبسها وترشيح الزيت المتجمع . وتساعد حرارة الطبخ على منع التأثير الضار للكسب على الحيوانات نتيجة لاحتواء الكسب على الجليكوسيد ليناميرن linamarin ذى التأثير السيانوجينى السام .

وينقى زيت بذر الكتان لتحسين لونه ورائحته وفصل الأحماض الدهنية الحرة منه وكذلك الشوائب المعروفة باسم break وهى الكربوايدرات والفوسفاتيدات والألبومينات التى تظهر كغرويات فى الزيت والتى تنفصل عند تسخين الزيت بسرعة إلى ٣٠٠° مئوية . والطرق المتبعة فى تنقية الزيت هى الترسيب settling بالتخزين لمدة طويلة والغسيل الحمضى والمعاملة بالبخار والتنقية بالقلوى وقصر اللون بمادة الإدمصاص مثل fuller's earth أو activated clays .

يخزن زيت بذر الكتان لمدة طويلة بعيداً عن الضوء والهواء ، بينما تعرضه للهواء يؤكسده فيتحول إلى الحالة الصلبة المعروفة باسم linoxyn . وفى صناعة الورنيشات ومواد الطلاء يعامل الزيت الخام أو الزيت النقى لإنتاج stand oils أو blown oils أو boiled oils (زيت جفوف مكثف (مبلمر) بالتسخين أو زيت مغلظ بنفخ الهواء أو زيت بذر الكتان المغلى).

١٠ — زيت الزيتون :

يستخرج زيت الزيتون من ثمار شجرة Olea europaea المنتشر زراعتها فى حوض البحر الأبيض المتوسط خصوصاً اليونان وأسبانيا وإيطاليا . فالثمار تحتوى على ٢٥ إلى ٦٠ فى المائة زيت ، وتتفاوت نسبة الزيت تبعاً للصنف ودرجة النضج والمناخ . ويجب أن يستخرج الزيت بعد اكتمال نمو الثمار منعاً لظهور الطعم المر وانخفاض نسبة الزيت المستخرج . ويبلغ الإنتاج العالمى من زيت الزيتون حوالى ٢٤٤١٦٠٠٠٠٠ رطلا سنوياً .

لاستخراج الزيت تنظف الثمار وتطحن فى طواحين حجرية ذات حجر رأسى يدور على حافته أو فى طواحين سلندرات . وتشكل الثمار المطحونة فى هيئة ألواح وتكبس هذه الألواح فى مكابس إيدروليكية لاستخراج الزيت البكر Virgin oil الذى يتصف بجودة صفاته . ويطحن الكسب المتخلف ليعاد كبسه تحت ضغط أكثر ارتفاعاً من المستخدم فى الكبس الأول . وقد تكرر عملية الكبس للمرة الثانية والثالثة . وقد تستخلص بقية الزيت المتخلف فى الكسب والذى تتراوح نسبته بين ٨ ، ٢٠ فى المائة باستعمال المذيبات التى أشهرها ثانى كبريتور الكربون ، ويسمى الزيت الناتج فى هذه الحالة باسم olive oil foots أو sulfur olive oil . ويمكن استرداد المذيب بالتقطير والتكثيف من زيت القاع أو زيت كسب الزيتون .

وقد يستخرج زيت الزيتون بطريقة مستمرة . كذلك فى أسبانيا تهرس الثمار وتزال منها البذور وتضغط بواسطة فرش أطرافها من المطاط على مصفاة معدنية فيمر الزيت ومعه قليل من اللب الناعم خلال ثقوب المصفاة . يترك هذا الزيت للترسيب ثم يعامل بالطرد المركزى . وقد يحتاج الزيت إلى تنقيته بالقلوى وقصر لونه وإزالة رائحته .

يستعمل زيت الزيتون فى الطهى والسلاطة وفى بعض الأغراض الطبية وفى صناعة الحفظ فى العلب الصفيح ، كما تستعمل الدرجات المنخفضة فى أغراض غير التغذية مثل صناعة مواد التجميل والصابون . ويستعمل زيت القاع foots فى صناعة صابون النسيج .

١١ — زيت ثمار النخيل : (زيت بذرة ثمار النخيل) :

يستخرج زيت ثمار النخيل palm-kernel oil من ثمار نخيل Elaeis guineensis التى تحتوى على ٤٥ إلى ٥٠ فى المائة زيت . وتتلخص طريقة الصناعة فى نزع النواة عن الجزء اللحمى وتنظيف النواة وطحنها وكبسها . وقد يستخرج الزيت باستخلاصه بالمذيبات ، وتستعمل بقايا العصر فى تغذية الماشية .

ويبلغ الإنتاج العالمى حوالى ٢٠٤٧٣٦٠٠٠٠ رطلا . وكثيراً ما يستعمل زيت ثمار النخيل كبديل لزيت جوز الهند بسبب التشابه بينهما .

١٢ — زيت النخيل :

يستخرج زيت النخيل palm oil من ثمار النخيل Elaeis guineensis المنتشر زراعته فى المناطق الاستوائية . فثمار هذا النخيل تشبه الزيتون ويحتوى الجزء اللحمى منها على ٣٠ إلى ٧٠ فى المائة زيت .

وتتلخص الطريقة البدائية لاستخراج هذا الزيت فى جمع الثمار وتعبئتها فى حفر مبطنة بأوراق النباتات وتركها لتتخمر ، ثم يستخرج الزيت بالغليان أو بتعبئة الجزء اللحمى فى أكياس وعصرها ، أو بضرب الثمار المعبأة فى الحفرة بمضارب بعد أن تلين . ويتميز الزيت الناتج بهذه الطريقة بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة به نتيجة للتحلل المائى ونشاط الإنزيمات الليبيدية . ولذلك يبدو هذا الزيت جافاً على درجة الحرارة العادية نظراً لارتفاع درجة إنصهار الأحماض الدهنية كثيراً عن نظيرتها للجليسريدات . ومن الدرجات الجافة hard الأصـــناف المعروفة باسم Niger ، Liberia ، Congo ، Old River ، ومن الدرجات اللينة softs الأصناف المعروفة باسم Lagos ، Bonny ، Benin وهذه الأصناف تحتوى على حوالى عشرة فى المائة أحماض دهنية حرة . وأفضل درجات هذا الزيت هو زيت سوماترا .

فى الصناعة الحديثة يستخرج الزيت بالـكبس الأيدروليـكى أو بالطرد المركزى بعد الطبخ . وتتلخص الخطوات فى طريقة الـكبس فى تعقيم الثمار التامة النضج بواسطة البخار فوق المسخن ، وفصل البذور عن اللب آلياً ، وكبس اللب فى مكابس أيدروليـكية خاصة . وتتلخص طريقة الطرد المركزى فى طبخ وتقليب الثمار بالبخار ثم وضع الثمار فى آلات الطرد المركزى ذات الأقفاص المثقبة وجمع الزيت فى صهاريج وتركه للترسيب ، أما بقايا الثمار فتجفف وتنفصل منها البذور عن الألياف ، ثم تـكسر البذور آلياً وتصب فى محلول ملحى ذى تركيز معين فيطفو الإندوسپرم على سطح المحلول بينما تترسب القشور فى القاع . يلى ذلك استخراج الزيت من الإندوسپرم بينما القشور تستعمل وقوداً .

يستعمل زيت النخيل فى التغذية وفى صناعة الصابون والشموع ، ويبلغ الإنتاج العالمى منه حوالى ١٥٢٥٤٤٠٠٠ رطلا .

١٣ — زيت الفول السودانى :

يستخرج زيت الفول السودانى من بذور النبات البقولى Arachis hypogaea الذى بدأت زراعته فى البرازيل وإنتقل منها إلى أفريقيا . وتنتشر زراعة الفول السودانى حالياً فى المناطق ذات الجو المعتدل الدافىء . وتتراوح نسبة الزيت فى الحبوب بين ٤٠ ، ٥٠ فى المائة ، ويستخرج هذا الزيت بطريقة الكبس أو بطريقة المذيبات . ويقدر الإنتاج العالمى من الفول السودانى بحوالى ٢٨٦٧٢٠٠٠٠٠٠٠رطلا سنوياً ، منها حوالى ١٦٠٨٣٢٠٠٠٠ رطلا تنتجها الولايات المتحدة الأمريكية وحدها . ويستعمل زيت الفول السودانى فى التغذية ، ولذلك فهو ينقى عادة بمعاملته بالقلوى ويزال منه اللون والرائحة ، وقد يهدرج .

١٤ — زيت فول الصويا :

يستخرج زيت فول الصويا من بذور النبات البقولى Glycine max الذى تجود زراعته فى المناطق ذات الجو الصيفى الحار الرطب . وتبلغ نسبة الزيت فى الحبوب حوالى ١٣ إلى ٢٦ فى المائة منسوبة للوزن الجاف . ويقدر الإنتاج العالمى من فول الصويا بحوالى ٥٣٣١٢٠٠٠٠٠٠ رطلا سنوياً وتنتج الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ما يزيد عن نصف هذا القدر .

يستخرج زيت فول الصويا بالكبس الإيدروليكى أو بالمذيبات ، وهو يستعمل فى التغذية وفى صناعة المرجرين والسلى النباتى والزيوت الجافة . كما يستخدم الكسب المتخلف علفاً للماشية أو فى التسميد . ولفول الصويا استعمالات أخرى متعددة منها إنتاج الدقيق ومواد اللصق وألياف للنسيج .

١٥ — الدهن البقرى :

يستخرج من جسم الماشية والأغنام والماعز دهن يعرف باسم tallow . ويتصف دهن الغنم والماعز بقوة رائحته ونكهته إلى الحد الذى يصعب معه التخلص منهما صناعياً ، ولذلك فاستعمال هذا الدهن قليل حتى فى صناعة الصابون ، كما أن

(شكل ٢٧) رسم تخطيطي يوضح كيفية تحضير فول الصويا واستخلاص الزيت والطحن

١ تخزين فول الصويا ٢ تنظيف الفول ٣ مغناطيس ٤ منظم مرور البذور ٥ ميزان ٦ طاحونة ٧ حلة تسخين البذور ٨ سلندرات بسط الخامة ٩ ناقل لجهاز الاستخلاص ١٠ قادوس ملأ جهاز الاستخلاص ١١ جهاز الاستخلاص ١٢ سلال جهاز الاستخلاص ١٣ ناقل الكسب ١٤ جهاز تبخير المذيب ١٥ مبرد الكسب ١٦ مضخة المذيب ١٧ مضخة محلول الزيت ١٨ مضخة محلول الزيت ١٩ مرشح محلول الزيت ٢٠ مسخن ٢١ جهاز التبخير الأول ٢٢ جهاز فصل ٢٣ مكثف ٢٤ عامود به ضغط منخفض ٢٥ مضخة الزيت النهائي ٢٦ تانك فصل الماء ٢٧ جهاز تبخير الماء العادم ٢٨ سيكلون cyclone ٢٩ صمام ٣٠ منخل ٣١ طاحونة.

هذا الدهن سريع التزنخ . ولا تتجاوز نسبة الدهن البقرى المنتج ١٢ فى المائة من مجموع إنتاج شحم الخنزير .

يفصل النسيج الدهنى من اللحم ويقطع إلى شرائح صغيرة ويسيح .

وينتج هذا الدهن بدرجات مختلفة بعضها صالح للتغذية وبعضها لا يصلح بسبب ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة به ولذلك فهذه الدرجات الأخيرة تستعمل فى التشحيم . وقد يفصل الزيت عن الاستيارين ليستعمل هذا الزيت فى التزييت . كذلك يستعمل الدهن البقرى فى صناعة الصابون ، ويحدد سعره تبعاً لدرجته التى تتوقف على اللون والرائحة والحموضة والرطوبة والمواد غير الذائبة والمواد غير القابلة للتصبن . (MIU)

١٦ — زيت التانغ : Tung

يستخرج هذا الزيت من بذر أشجار Aleurites fordii ، Aleurites montana المنتشر زراعتها فى الصين والمناطق المعتدلة الدافئة والمناطق الإستوائية . ويقدر وزن البذرة بحوالى ٣٠ فى المائة من وزن الثمرة ، وتحتوى البذور على حوالى ٥٠ إلى ٦٠ فى المائة زيت . ويقدر إنتاج الصين من هذا الزيت بحوالى ١٧٤٧٢٠٠٠٠ رطلا ، والأرجنتين ٣١٣٦٠٠٠٠ رطلا ، والولايات المتحدة الأمريكية ١٣٢١٦٠٠٠ رطلا .

يستخرج الزيت بطريقة المكابس البريمية أو بطرق بدائية فيها تفصل البذور بتسخين الثمار أو بالغليان مع الماء أو بالتخمر ، وتنظف البذور وتجفف وتجرش وتعامل بالبخار وتمزج مع قليل من القش ليسهل تشكيلها فى هيئة ألواح ، ثم تكبس الألواح لإستخراج الزيت . والشائع حالياً فى الصناعة الحديثة هو تقشير البذور وعصرها فى المكابس البريمية .

يحتوى هذا الزيت على نسبة مرتفعة من حمض الأليوستياريك ولذا فهو سريع الجفاف بسبب وجود الروابط المزدوجة المتبادلة فى هذا الحامض كما أن الزيت يتجمد بتعرضه للضوء أو فى وجود آثار من اليود أو الكبريت بسبب تحول حامض

الألفاليوستياريك إلى المشابه الضوئى ذى درجة الإنصهار الأكثر إرتفاعا . ويتصف هذا الزيت برداءة لونه ، ويمكن تميزه من جميع الزيوت الجافة الأخرى ، فيما عدا زيت oiticia بظاهرة سرعة جفافه .

١٧ — زيوت الأسماك البحرية :

تستخرج نسبة كبيرة من زيوت الأسماك تجارياً من الحوت ، وتنتج المصانع كمية قليلة من زيوت الدولفين،عجل البحر،خنزير البحر. ويستخرج زيت الحوت بطريقة التسييح فى أوانى أفقية مسخنة تحت ضغط مرتفع . وتبدأ العملية بتقطيع blubber وتسخين القطع مبدئياً وتسييح دهنها فى أوانى التسييح بالبخار الحى مع التقليب داخل اسطوانات مثقبة الجدران تدور حول نفسها .

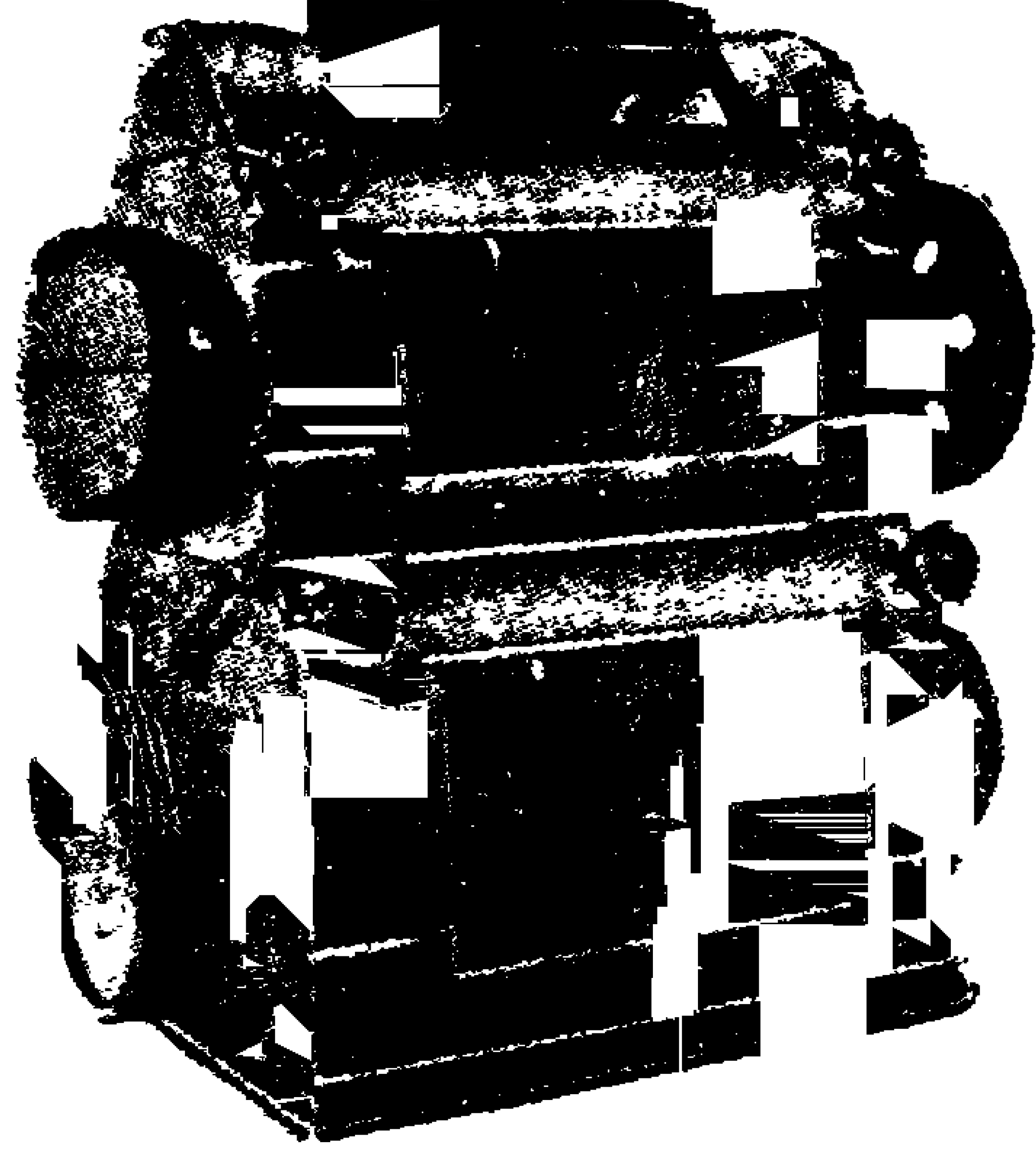
ويمكن الحصول على زيت العظام بنفس الطريقة بعد طحن العظام . أما زيت كبد الحوت فيتحصل عليه بالهضم القلوى أو بالاستخلاص بالمذيبات . ويستعمل الزيت الخام أو النقى أو المهدرج فى صناعة الصابون والمسلى النباتى وصناعات الجلود ومواد الطلاء والورنيشات وحبر الطباعة وزيوت التشحيم .

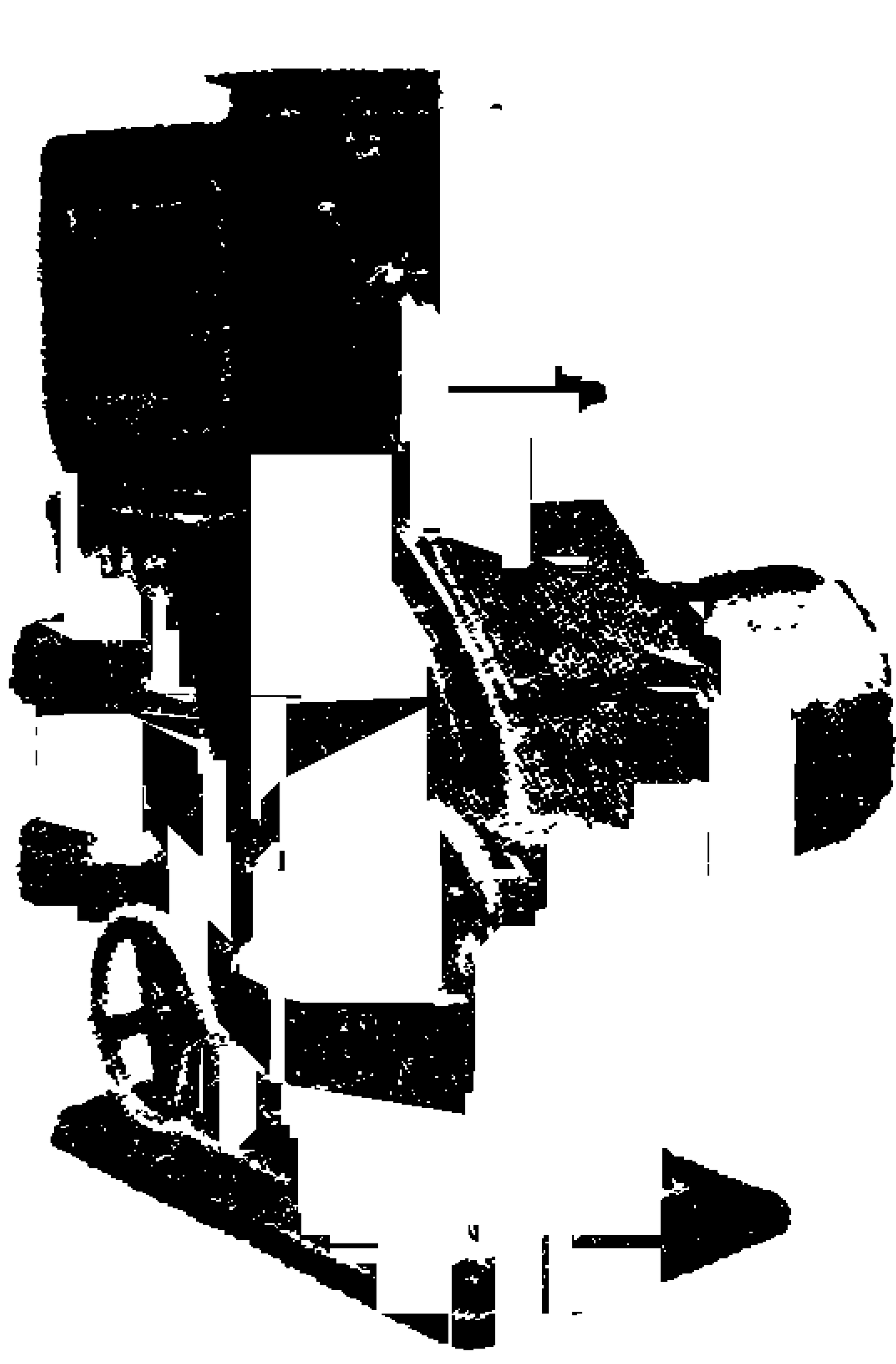
١٨ — زيت Perilla : (زيت بذور النعناع من جنس بريللا) :

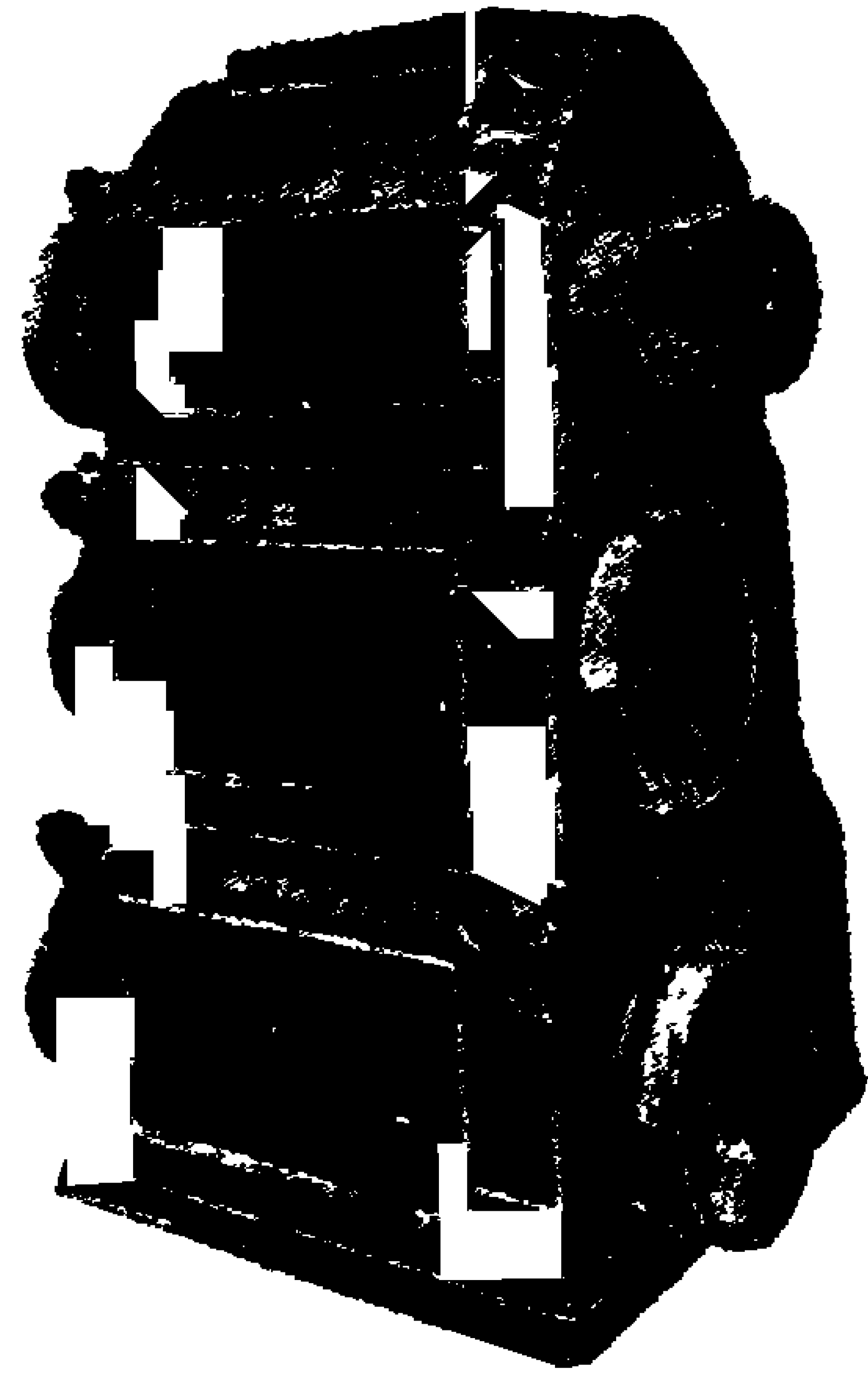
يستخرج هذا الزيت من بذور نبات Perilla ocimoides ونبات Perilla mankinensis المنتشر زراعتهما فى منشوريا والصين واليابان وكوريا وشمال الهند . وتبلغ نسبة الزيت فى البذور حوالى ٣٥ إلى ٤٥ فى المائة ، وهذا الزيت يتجمد ببطء ، ويستعمل فى التغذية وفى صناعة الورنيشات ومواد الطلاء .

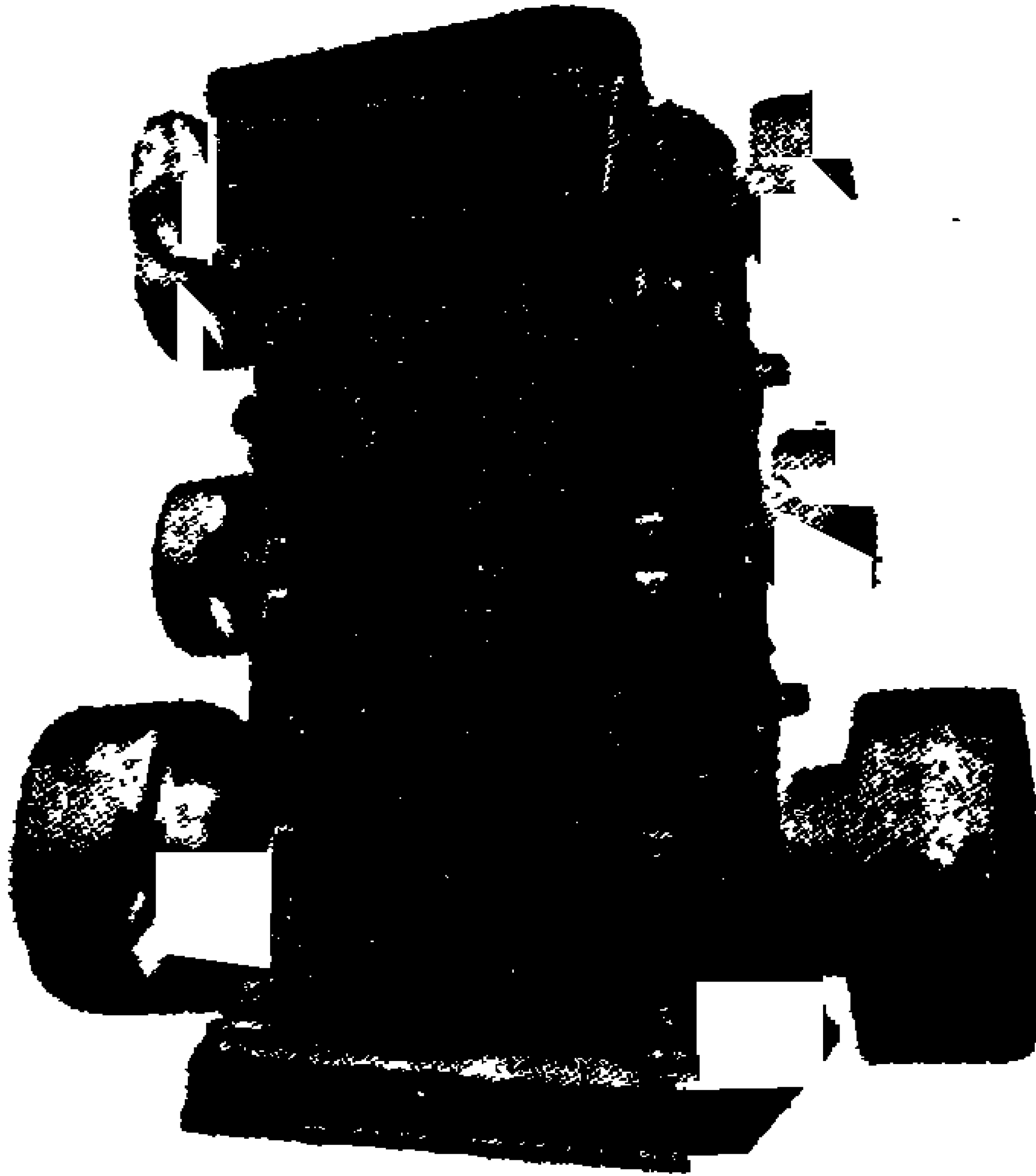
١٩ — زيت مخلفات المذابح :

يستخرج زيت أقدام الماشية Neat's-foot oil من أقدام وحوافر الماشية بعد ذبحها ، فتنشر هذه بمنشار وتغسل وتسخن الأقدام فى ماء يغلى وتجهز وتوضع فى صهاريج جدرانها مسخنة بالبخار حيث تعامل بالماء فى درجة الغليان فينصهر الدهن


طاحونة ذات زوجين من السلندرات

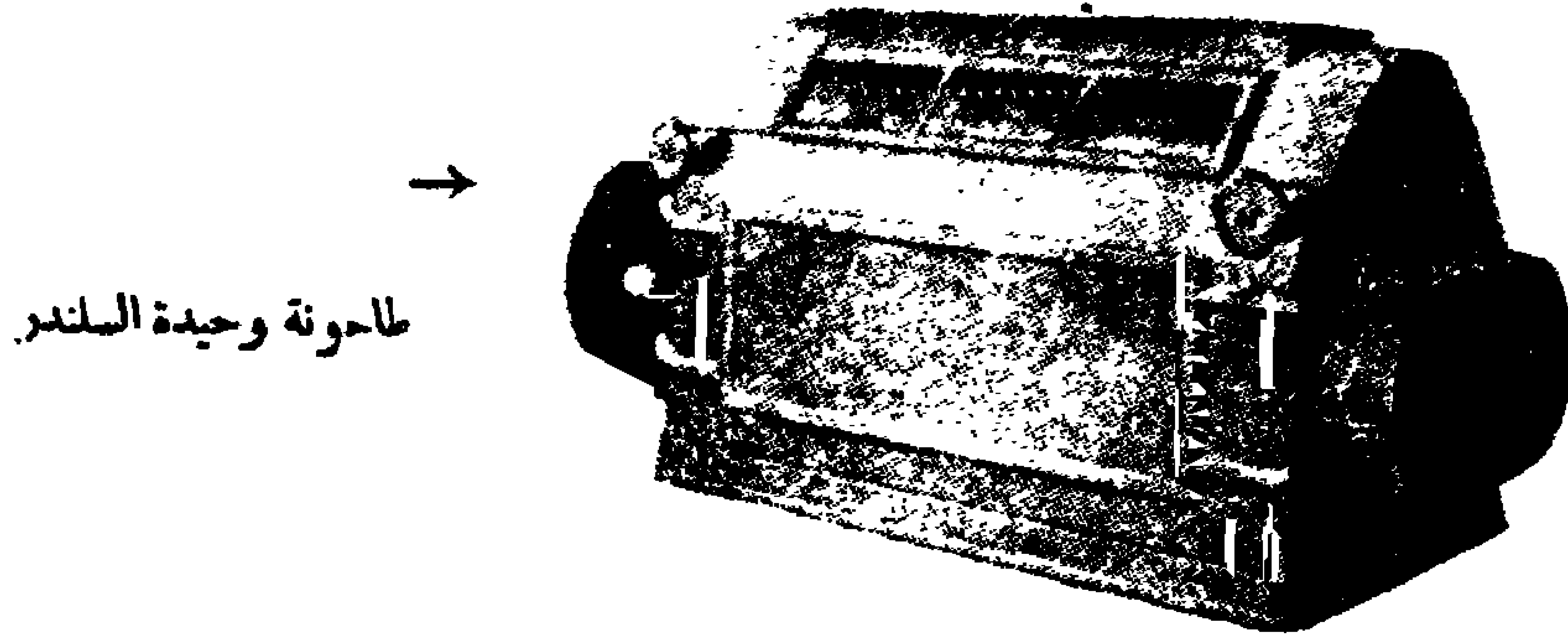

الطاحونة ذات القرص


طاحونة ذات ثلاث سلندرات

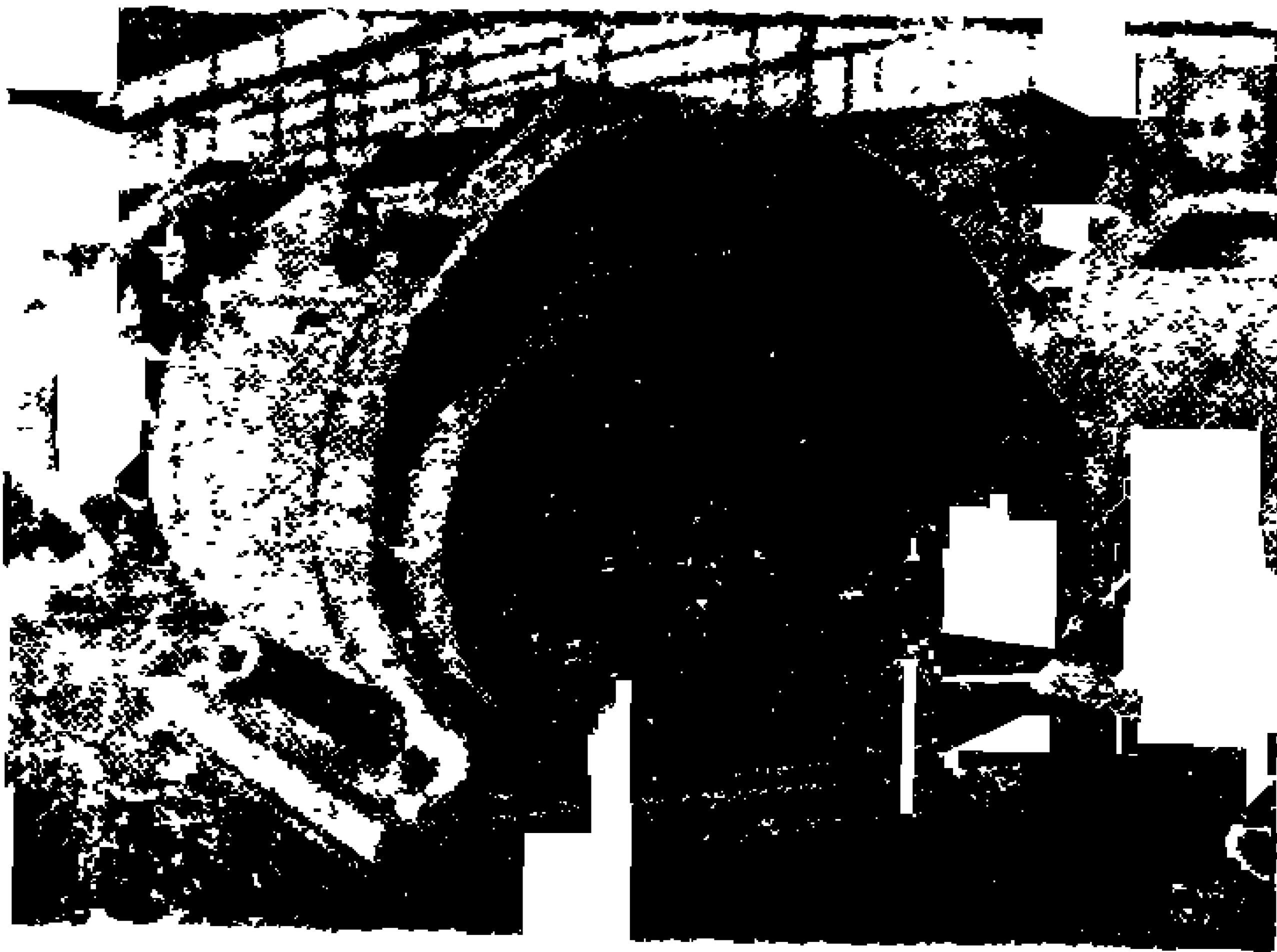

طاحونة متعددة السلندرات

(شكل ٢٨)

نماذج من طواحين البذور الزيتية



طاحونة وحيدة السلندر



طاحونة تستعمل فى مصانع
استخلاص الزيت بالمذيبات
(تابع: شكل ٢٨)

ويطفو على السطح ويمكن جمعه على دفعات . ويجب فصل الاستيارين يلورته . ويباع هذا الزيت بدرجات متفاوتة تتوقف على نقطة التعكير التى يشار إلى حدها الأقصى بالدرجات الفهرنهيتية فى وصف الدرجة ، فيقال ٢٠°، ٣٠°، ٤٠° زيت أقدام . ويستخدم هذا الزيت فى التشحيم ودباغة الجلود وفى صناعة النسيج .

٢٠ — زيت Cohune :

يستخرج هذا من بذور أو ثمار نخيل Attalea cohune فالبذور تزن حوالى عشرة فى المائة من وزن الثمار . وبها نسبة من الزيت تبلغ ٦٥ إلى ٧٠ فى المائة . ويتشابه هذا الزيت مع زيوت جوز الهند من جهة التركيب تقريباً ، وهو يستعمل فى التغذية وفى صناعة الصابون .

٢١ — زيت Babassu : (زيت بذور نخيل باباسو)

يستخرج هذا الزيت من بذور أو ثمار نخيل Orbignya martiana, O.

oleifera المنتشر زراعتها فى البرازيل . فالبذور تحتوى على ٦٥ إلى ٦٨ فى المائة زيت ، وهذه الكمية لا تتجاوز عشرة فى المائة من وزن الثمار . ويتشابه هذا الزيت فى تركيبه مع زيت جوز الهند تقريباً . وتبلغ كمية البذور التى تعصر سنوياً حوالى ١٦٥٧٦٠٠٠٠ رطلا .

٢٢ — زيت الخروع :

يستخرج زيت الخروع من بذور نبات Ricinus communis التى تحتوى على حوالى ٣٥ إلى ٥٥ فى المائة زيت . ويقدر الإنتاج العالمى من زيت الخروع بحوالى ٩٤٧٥٢٠٠٠٠ رطلا سنوياً ، لا يدخل ضمنها إنتاج روسيا والصين وشرق أوروبا .

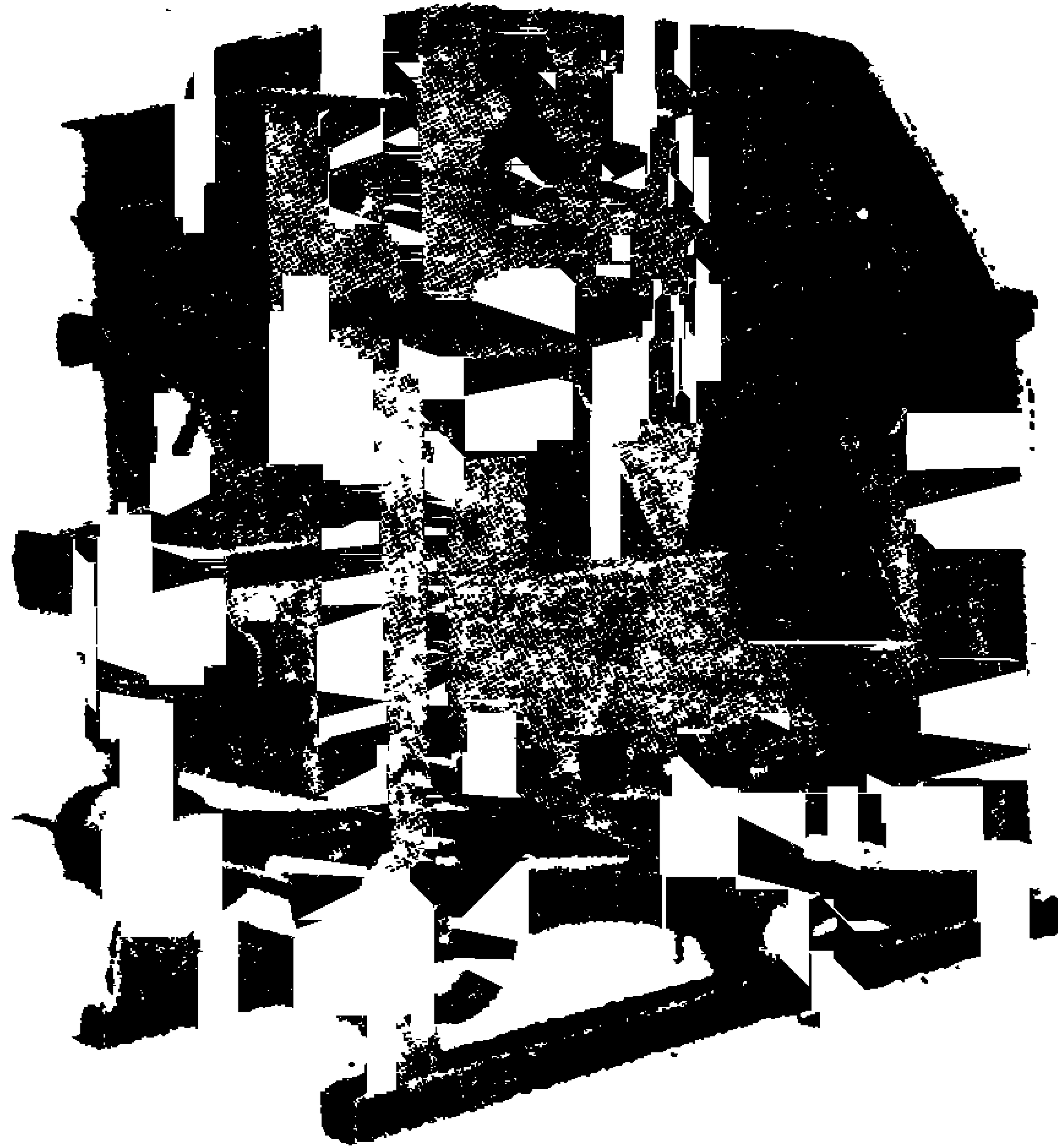
ويستخرج هذا الزيت بالكبس أو بالمكابس البريمية أو بالمذيبات . وعادة تنظف الحبوب وتقشر وتطبخ وتكبس لإنتاج زيت الدرجة الأولى . وقد تكبس البذور المقشورة على البارد . كما قد يعاد الكبس لإنتاج زيت الدرجة الثالثة . وفى بعض الأحيان يستخرج الزيت المتبقى فى الكسب ، والذى تصل نسبته إلى حوالى عشرة فى المائة ، بطريقة المذيبات .

ولا يستعمل الكسب فى تغذية الحيوان لأنه سام بدرجة شديدة نظراً لاحتوائه على مادة الريسين ricin ، كذلك يقتصر على استعماله فى التسميد . والكسب مفيد من هذه الوجهة إذ أن بذور الخروع تحتوى على حوالى ٢٤ فى المائة بروتين . أما زيت الخروع فيستعمل فى صناعة الصابون وفى الأغراض الطبية وفى التشحيم وفى صناعة المتبجات المسلفنة ، وقد يجفف الزيت ويستعمل كأحد الزيوت الجافة .

نبات الخروع معمر وينمو على الحالة البرية فى كثير من المناطق الحارة وشبه الحارة . وقد عرف منذ آلاف السنين ، إذ عرفه قدماء المصريين والهنود ، وتنتشر زراعته حالياً فى كثير من الدول التى يتفوق من بينها البرازيل والهند فى إنتاج بذور الخروع . ويقدر ما تنتجه روسيا والبرازيل بحوالى ثمانين فى المائة من مجموع كميات بذور الخروع المتداولة بين الدول . وتقدر المساحة المزرعة بالخروع فى الجمهورية العربية المتحدة بحوالى ٦٠٠ فداناً ، معظمها من الأراضى الضعيفة التى لا تستغل فى

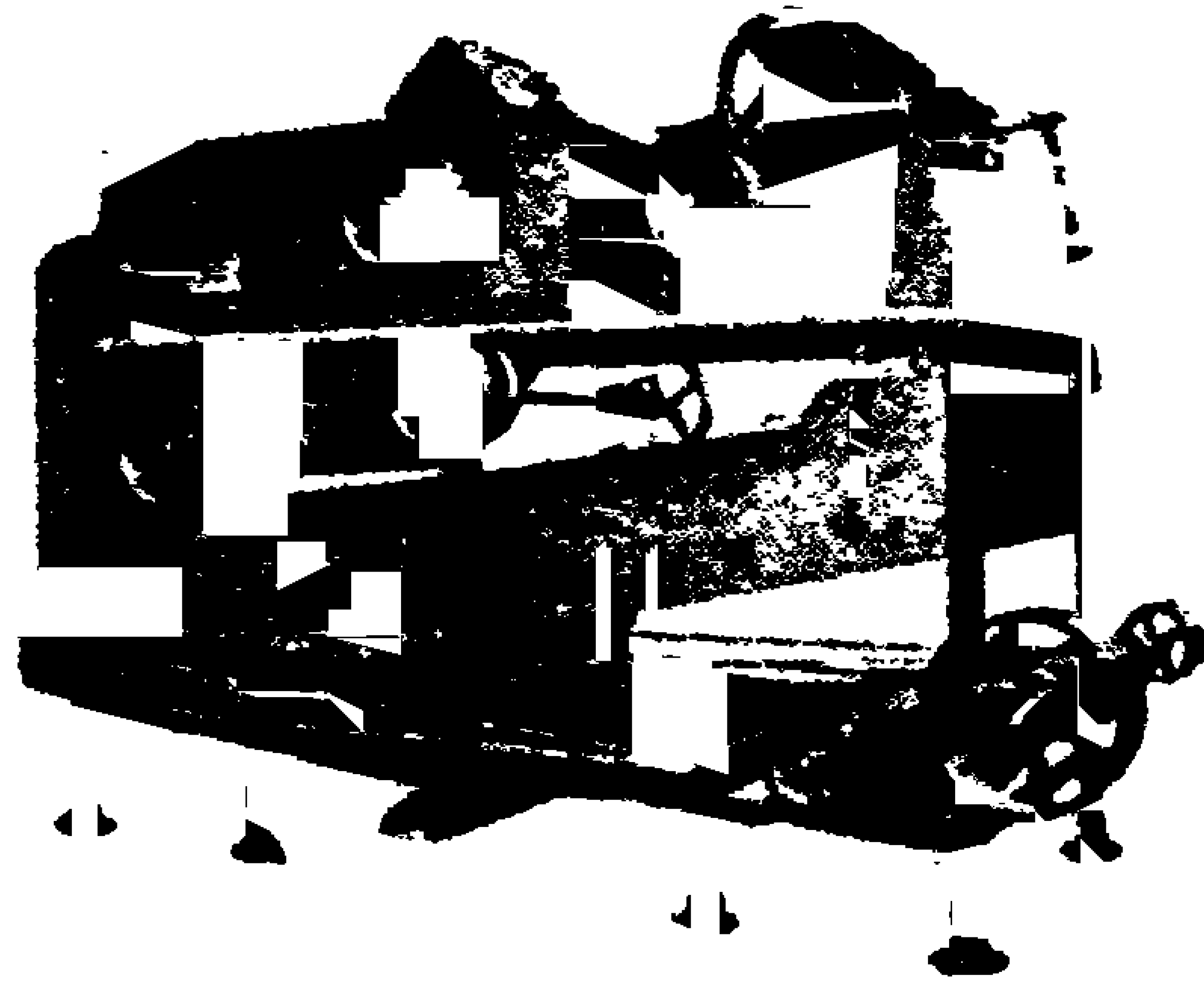
زراعة المحاصيل العادية . وتجود زراعة نبات الخروع فى جميع أنواع الأراضى فيما عدا الطينية الثقيلة والمالحة ، كما أنه يزرع بكثرة فى الجمهورية على حواف المصارف وجسور الترع وجوانب الطرق الزراعية . ومن تجارب وزارة الزراعة تبين أن أفضل أصناف الخروع للزراعة محلياً هو الصنف هندى ٢١ المحسن الذى يعطى محصولا يقدر بحوالى نصف إلى ثلاثة أرباع الطن من البذور للفدان الواحد ، بشرط أن تقلم النباتات سنوياً خلال شهر يناير . وتصل نسبة الزيت فى بذور الخروع المنتجة محلياً إلى حوالى واحد وخمسين فى المائة . ويلى الصنف السابق من وجهة الجودة صنف الهندى ١٢ المحسن الحولى القصير الساق الذى يزرع خلال شهرى فبراير ومارس ويعطى محصولا يتراوح بين نصف طن وطن بذور للفدان ، وتبلغ نسبة الزيت فى هذه البذور حوالى ٤٩ فى المائة فى المتوسط .

لجمع البذور تقطع العناقيد على دفعات بمعدل مرة كل أسبوعين من بدء ظهور علامات النضج وتلون العناقيد باللون البنى وقبل انتثار البذور . وتجفف هذه العناقيد

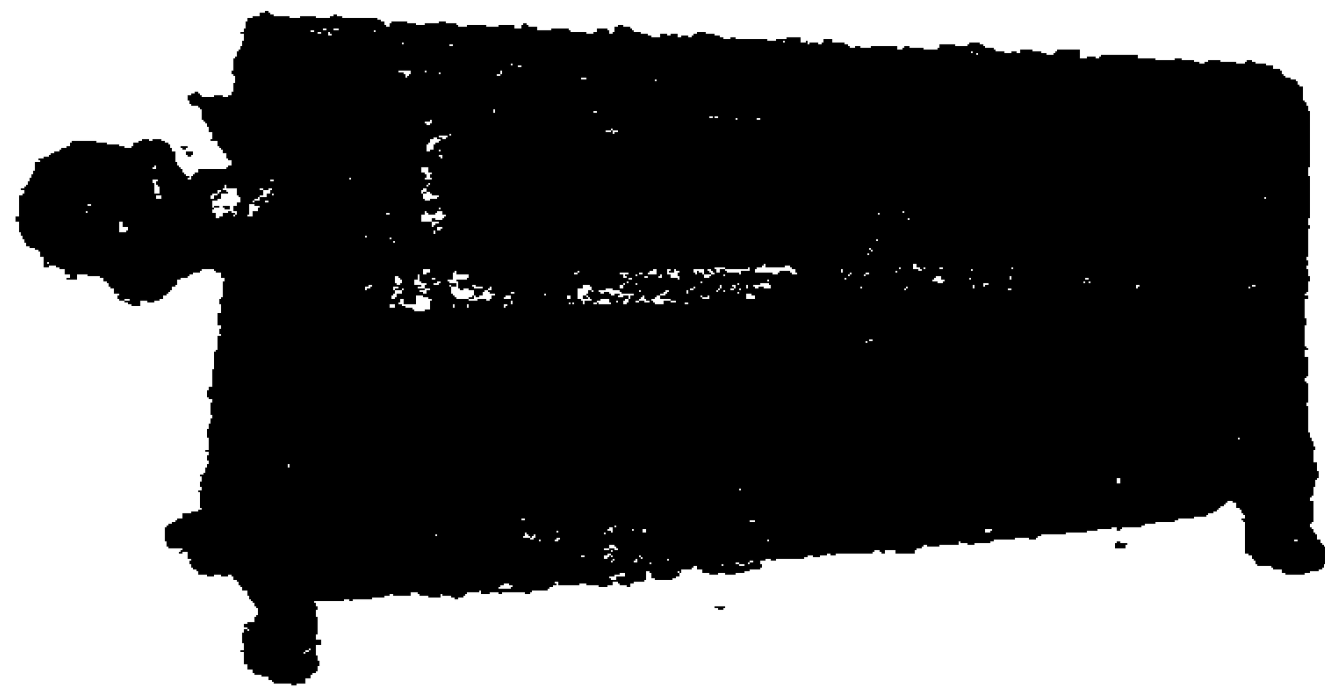


(شكل ٢٩)

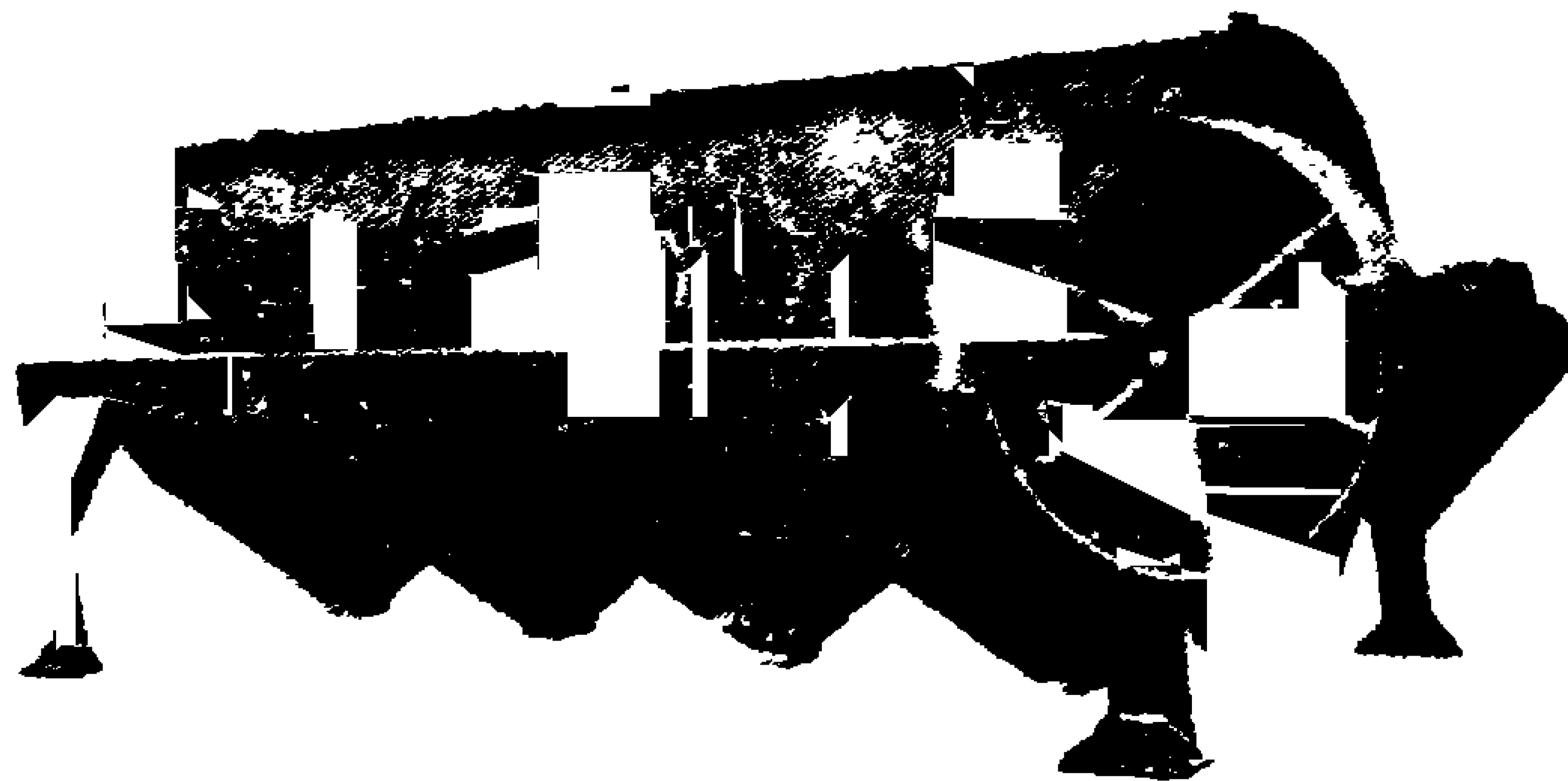
ماكينة لتنظيف البذور الزيتية بالغربلة والنسف



ماكينة تقشير البذور



ماكينة تنظيف البذور



اسطوانة فرز البذور
(تابع شكل ٢٩)

نماذج لماكينات تنظيف وفرز وطحن البذور الزيتية

تجفيفاً شمسياً لمدة أسبوع تقريباً ، ثم تدق العناقيد بلطف بعصى خشبية لفصل البذور دون تكسيرها محافظة على صفات محتوياتها من الزيت ، إذ لوحظ أن تكسير الحبوب يؤدى إلى دكنة لون الزيت المستخرج . ويجب تحاشى جمع الثمار التى لم يتم نضجها إذ أن هذا يترتب عليه انخفاض نسبة الزيت المستخرج .

كما يجب عدم تجاوز درجة النضج خوفاً من انتثار البذور . وهذه البذور تزن كل منها حوالى ٣ر٠ إلى ٥ر٠ جراماً ، ثلاثة أرباعها عبارة عن الإندوسبرم الذى يتكون ثلثاه من الزيت والربع عبارة عن القشرة وتمثل حوالى ٦٠ إلى ٧٠ فى المائة من وزن الثمار . ويجب المحافظة على هذه البذور جافة وتحاشى ارتفاع درجة حرارتها لأن الحرارة والرطوبة تساعدان على نشاط إنزيم الليبيز الموجود فى البذور فيتعرض الزيت للتحليل المائى الإنزيمى . كذلك الحبوب المكسورة تكون أكثر عرضة من السليمة للنشاط الإنزيمى .

لإستخراج زيت الخروع تنظف الحبوب باستعمال الغرابيل وتيار الهواء وتهرس فى ماكينات الهرس التى تتكون الواحدة منها عادة من خمسة سلندرات متقاربة ، وتعصر على درجة حرارة الغرفة العادية . ثم يعاد العصر على المادة المتخلفة بعد تسخينها . وعادة يستعمل الزيت المستخرج فى عملية العصر الأولى فى الأغراض الطبية أما الزيت الناتج من إعادة العصر فيستعمل فى الأغراض الصناعية . وعادة يجرى العصر باستخدام المكابس الإيدروليكية تحت ضغط يبلغ ثلاثة أطنان على البوصة المربعة وعلى درجة حرارة ٣٢° مئوية . وتقدر نسبة الزيت المتخلف فى الكسب بحوالى ٥ر٨ إلى ١٠ فى المائة ، وهذا الزيت يمكن استخراجه بتسخين بقايا البذور إلى درجة حرارة ٩٠° مئوية لتجميع المواد البروتينية ثم يعاد العصر . والأفضل من ذلك هو استخلاص كمية الزيت المتبقية بطريقة المذيبات . كذلك يمكن استخدام المكابس البريمية ، وهذه هى الطريقة المنتشرة فى البرازيل . والشائع فى الولايات المتحدة الأمريكية هو استخراج الزيت على مرحلتين ، الأولى باستعمال المكابس الإيدروليكية ذات الأقفاص على درجة حرارة ٤٠ إلى ٨٠° مئوية بدون هرس سابق ، والثانية باستعمال المذيبات أو بالتسخين وإعادة الكبس . وفى حالة اتباع طريقة الاستخلاص بالمذيبات فقط يجب تقشير البذور منعاً لاستخلاص الصبغات النباتية الموجودة فى

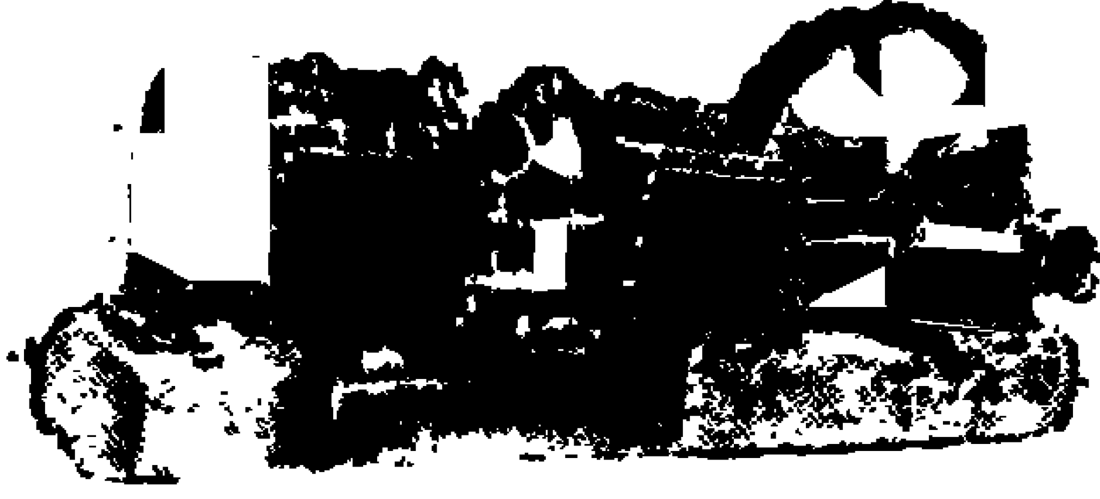
القشور مع الزيت. ويجرى تقشير البذور باستعمال ماكينات خاصة فيها ترتطم البذور بسطح صلب مما يسبب انفصال القصرة . وأكثر المذيبات استخداماً لزيت الخروع هو الهبتان . ويجب أن يخصص لاستخراج زيت الخروع معاصر خاصة لا يسمح فيها بعصر الزيوت الغذائية الأخرى مراعاة للناحية الصحية . وكذلك يجب وقاية العمال من الغبار والمواد الضارة فى هذه المعاصر .

يزال لون زيت الخروع عادة بمعادلته بمادة تمتص اللون مثل الطين المنشط activated clay المحتوى على أكاسيد السيليكون والألومنيوم وقد تعامل هذه المادة بحامض معدنى مثل حامض الكبريتيك . وهذه المعاملة لا تؤثر فى الجليسريدات فيما عدا ما يكون منها على درجة عالية من عدم التشبع . ويضاف الطمى المنشط عادة بنسبة تتراوح بين واحد ونصف — واثنين ونصف فى المائة . وهذه الطريقة الحديثة لإزالة لون الزيت أفضل وأسرع من الطريقة القديمة التى كانت تعتمد على تعريض الزيت على هيئة طبقة رقيقة سمكها بضعة سنتيمترات لضوء النهار فى أحواض مطلية بمادة ورنيشية بيضاء فتتأكسد الصبغات النباتية .

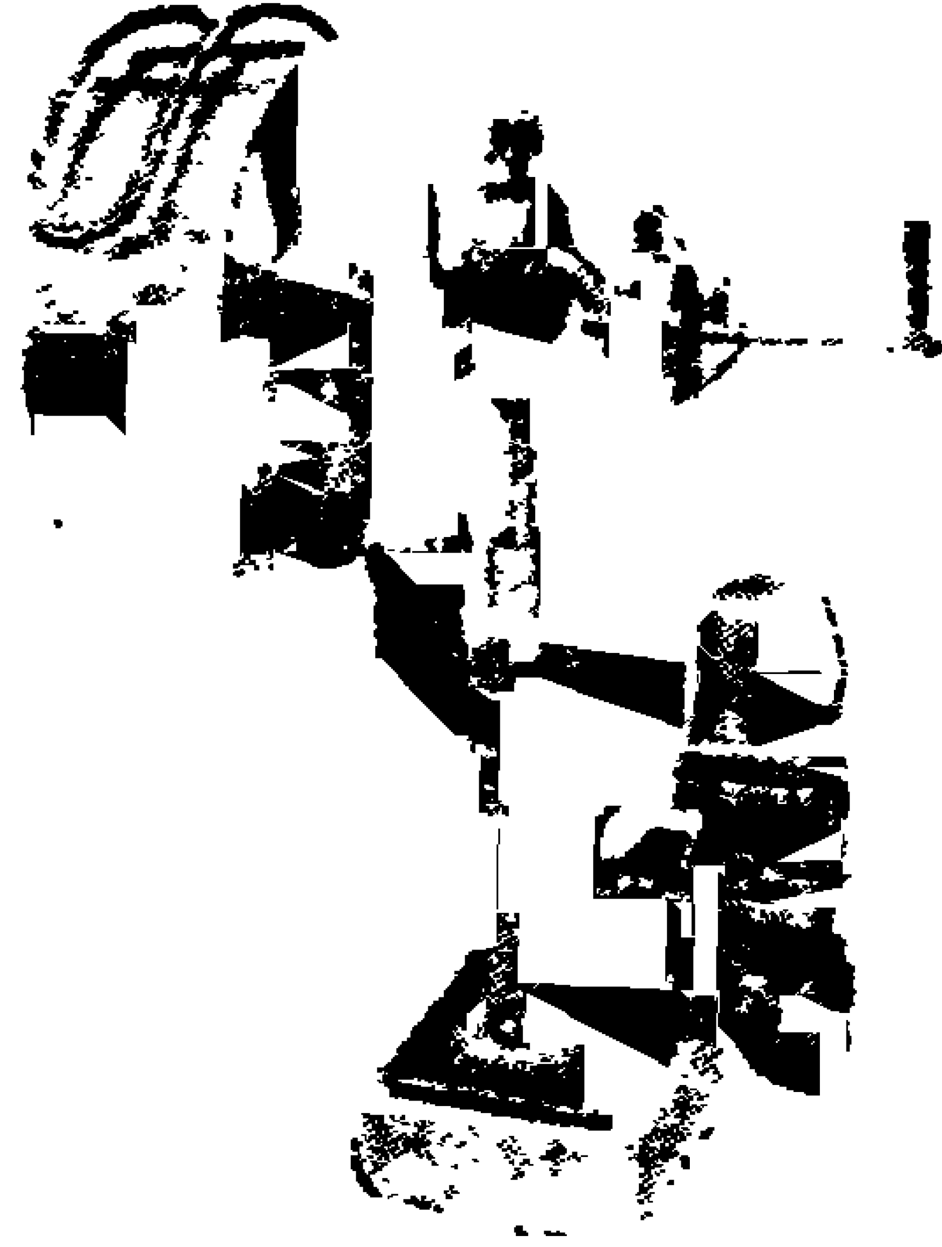
وزيت الخروع المستخرج عبارة عن سائل لزج كثيف القوام يذوب بسهولة فى الكحول ، ويذوب بقلة فى أيثير البترول والمذيبات البترولية الأخرى على درجة الحرارة العادية ولكن درجة الذوبان تزداد كثيراً بارتفاع درجة الحرارة . وتتراوح كثافة الزيت بين ٠٫٩٦٠ ، ٠٫٩٦٦ جرام / سنتيمتر مكعب على درجة حرارة ١٥° مئوية . ومعامل إنكسار هذا الزيت ١٫٤٨٠ على درجة ١٥° مئوية ورقم تصبنه ١٧٦ إلى ١٨٣ ، وعدده اليودى ٨٣ إلى ٨٦ ، وقيمة الحمض له ٣ إلى ٤ فى الدرجات الجيدة أو فى حدود العشرة للدرجات المستخرجة على الساخن . ويتكون زيت الخروع من ٩١ إلى ٩٤ فى المائة حامض ريسينوليك ، ٤٫٥ إلى ٥ فى المائة حامض أوليك ، ١ فى المائة أحماض مشبعة ، وآثار من حمضى اللينوليك والهيدروكسى استياريك .

يدخل زيت الخروع فى كثير من التفاعلات المفيدة صناعياً التى أهمها ما يلى :

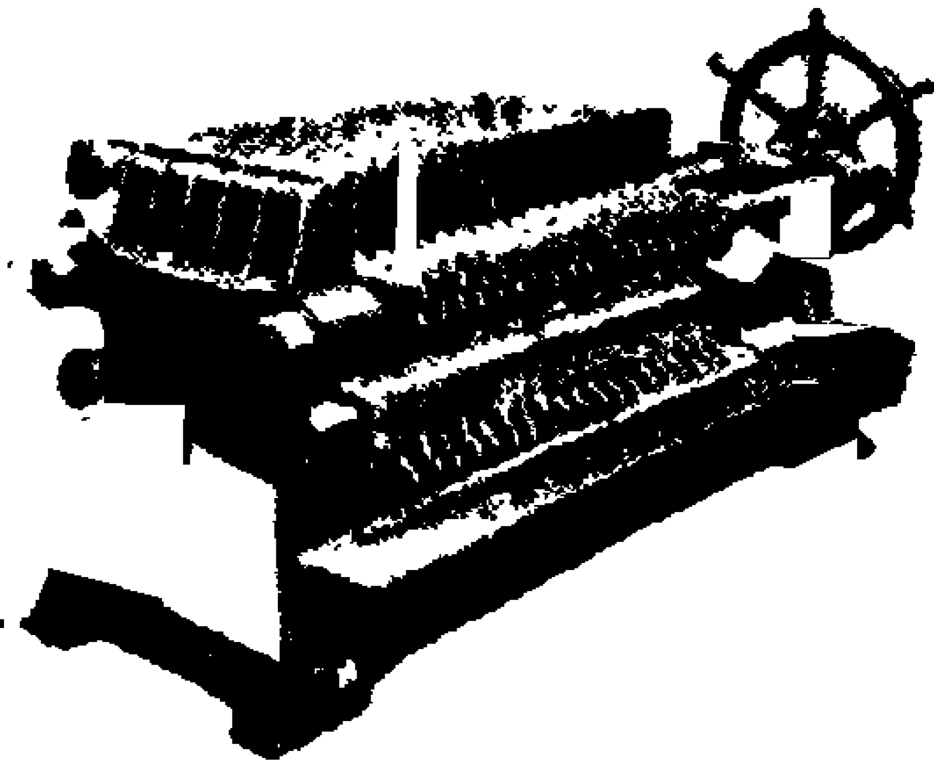
(ا) بتقطير الزيت تقطيراً إتلافياً على درجة حرارة ٣٠٠° مئوية وتحت ظروف



(تابع شكل ٣٠) مضخة تفريغ



(شكل ٣٠)
نماذج للمضخات المستخدمة فى مصانع
استخلاص الزيوت بالمذيبات



(شكل ٣١)
جهاز ترشيح الزيت

محددة يحدث إنقسام فى سلسلة حامض الريسينوليك وتنتج مركبات يمكن أن تدخل فى صناعة بعض العطور .

(ب) بهدرجة الزيت تتشبع سلسلة حامض الريسينوليك ويأخذ الزيت قواماً صلباً وترتفع درجة الإنصهار . وتعرف المادة الناتجة من المدرجة باسم شمع الأوبالـ الذى تتوقف خواصه وصفاته على ظروف تحضيره . فالحرارة العالية يترتب عليها تكون حامض استياريك بدلا من حامض هيدروكسى استياريك ، أى أن الحرارة العالية تزيل مجموعات الإيدروكسيل .

(حـ) بمعاملة زيت الخروع بحامض الكبريتيك يتكون زيت الخروع المكبرت المعروف باسم Turkey red oil المستخدم فى الصباغة وفى بعض المنظفات الصناعية .

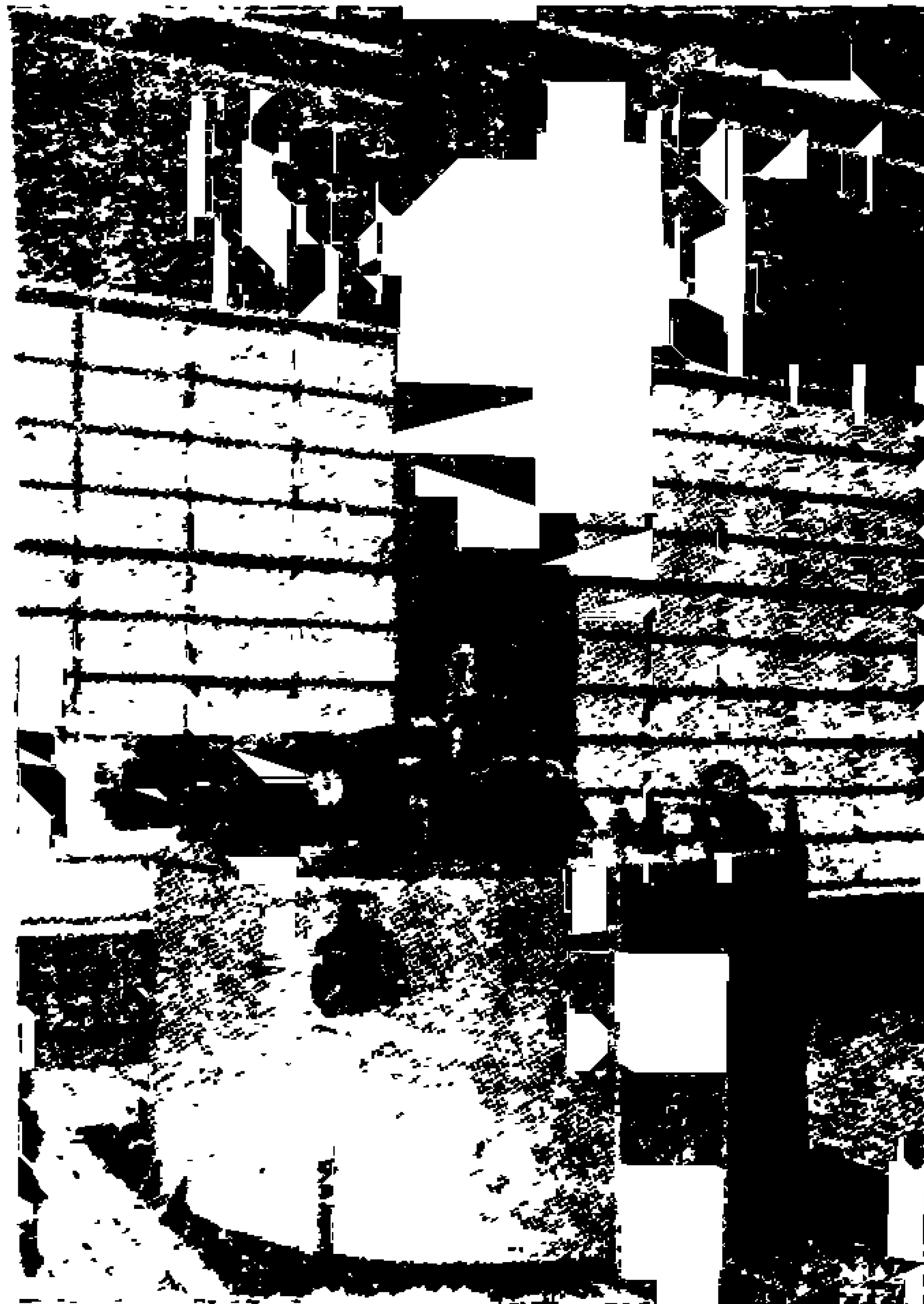
ويقدر الإنتاج العالمى من زيت الخروع المكبرت بحوالى ثمانية ملايين رطل سنوياً . وهو الزيت ذو اللون الأحمر الزاهى .

(د) بتسخين زيت الخروع مع مادة قلوية على درجة حرارة وضغط مرتفعين .

يتصبن الزيت وتتحلل المادة التصبنة منتجة أملاحاً يمكن معاملتها بحامض لإنتاج حامض ثنائى القاعدية يستعمل فى صناعة البلاستيك . وفى طريقة أخرى لإنتاج هذه الأحماض ثنائية القاعدية يعامل زيت الخروع بمواد مؤكسدة قوية مثل برمنجنات البوتاسيوم فى وسط قلوى أو حامض النتريك .

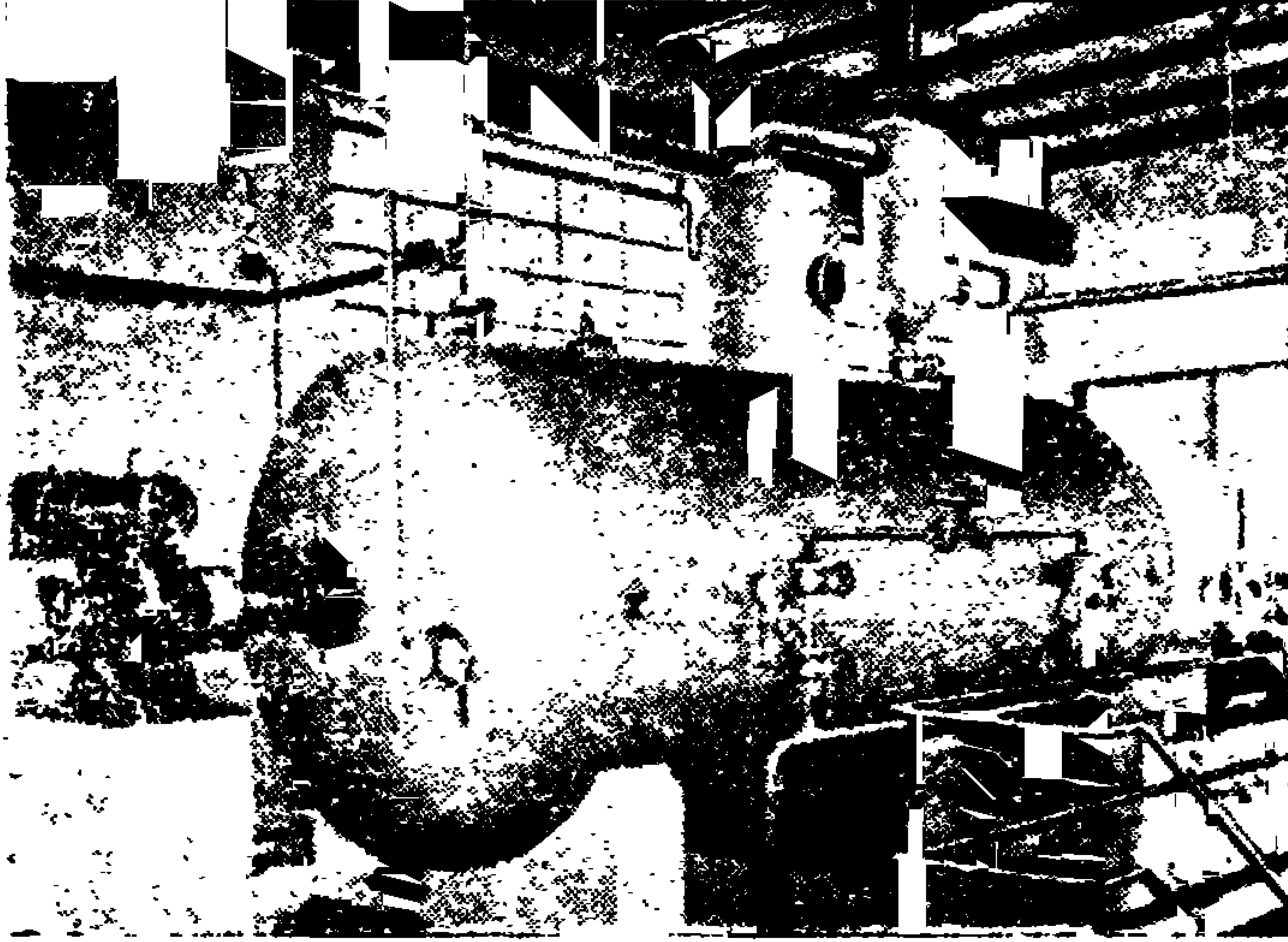
(هـ) بأكسدة الزيت على درجة حرارة ٨٠ إلى ١٣٠° مئوية تنتج مادة داكنة اللون تدخل فى صناعة مواد اللصق والجلود .

ولزيت الخروع استعمالات أخرى متعددة منها إستعماله فى صناعة دهانات الشعر للاستفادة من لزوجته المرتفعة وقابليته للذوبان فى الكحول ، واستعماله فى صناعة أحمر الشفاه لأنه يذيب الألوان ، واستعماله فى صناعة أنواع جيدة من الصابون ، واستعماله فى الأغراض الطبية كمسهل وفى علاج الإكزيما . وفى بعض المصانع يستخرج حمض الجلوتاميك من متخلفات عصر بذور الخروع .



(شكل ٣٢)

تانك التعادل



تانك إزالة اللون (الأفقي)

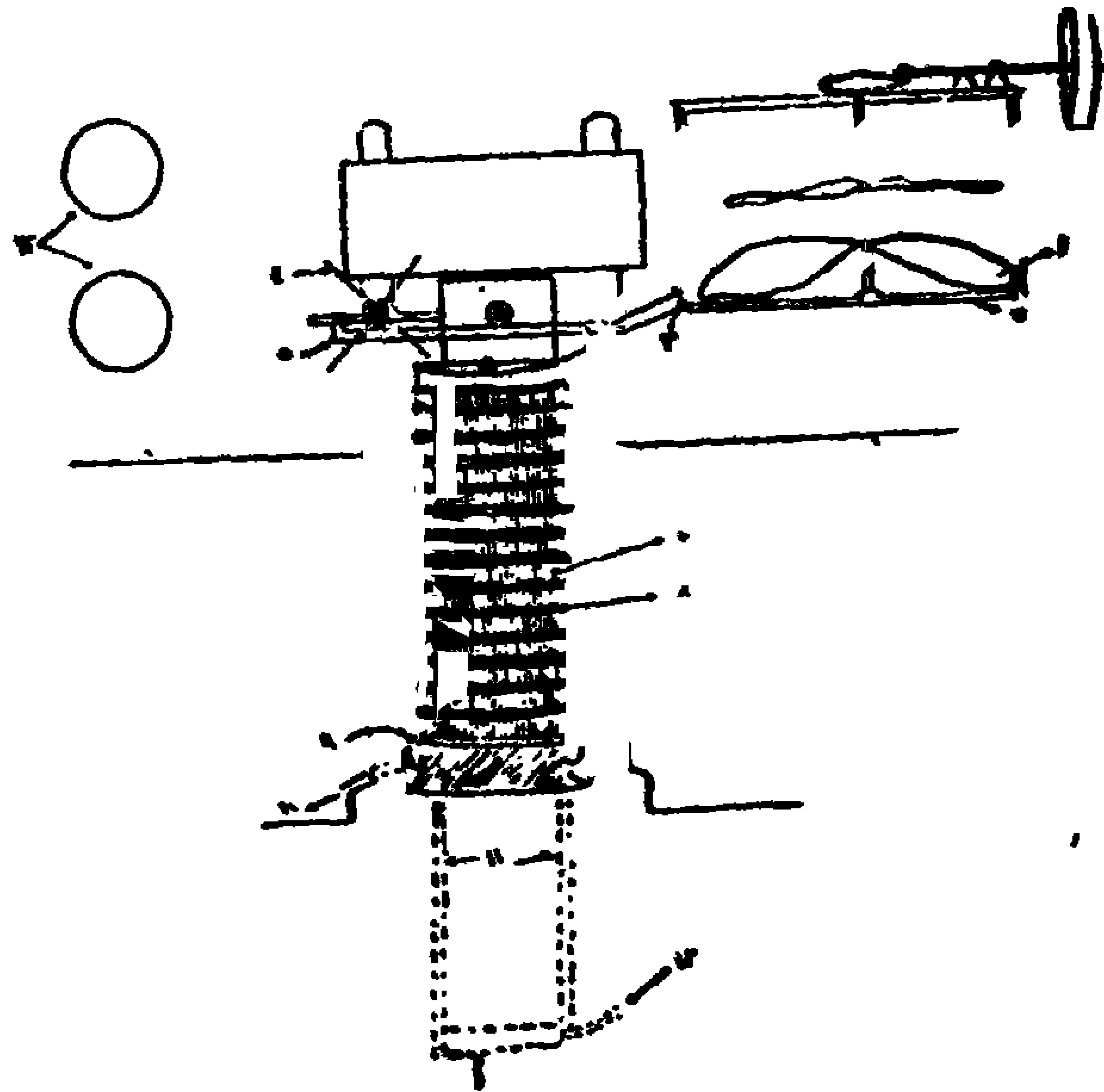


(تابع شكل ٣٢)

معدات تنقية الزيت

يقدر الاستهلاك المحلي في الجمهورية العربية المتحدة من زيت الخروع بحوالي ٤٥٠ طناً سنوياً ، كما يستهلك حوالي مائة طن في صورة زيت مكبرت . أما المصانع المصرية

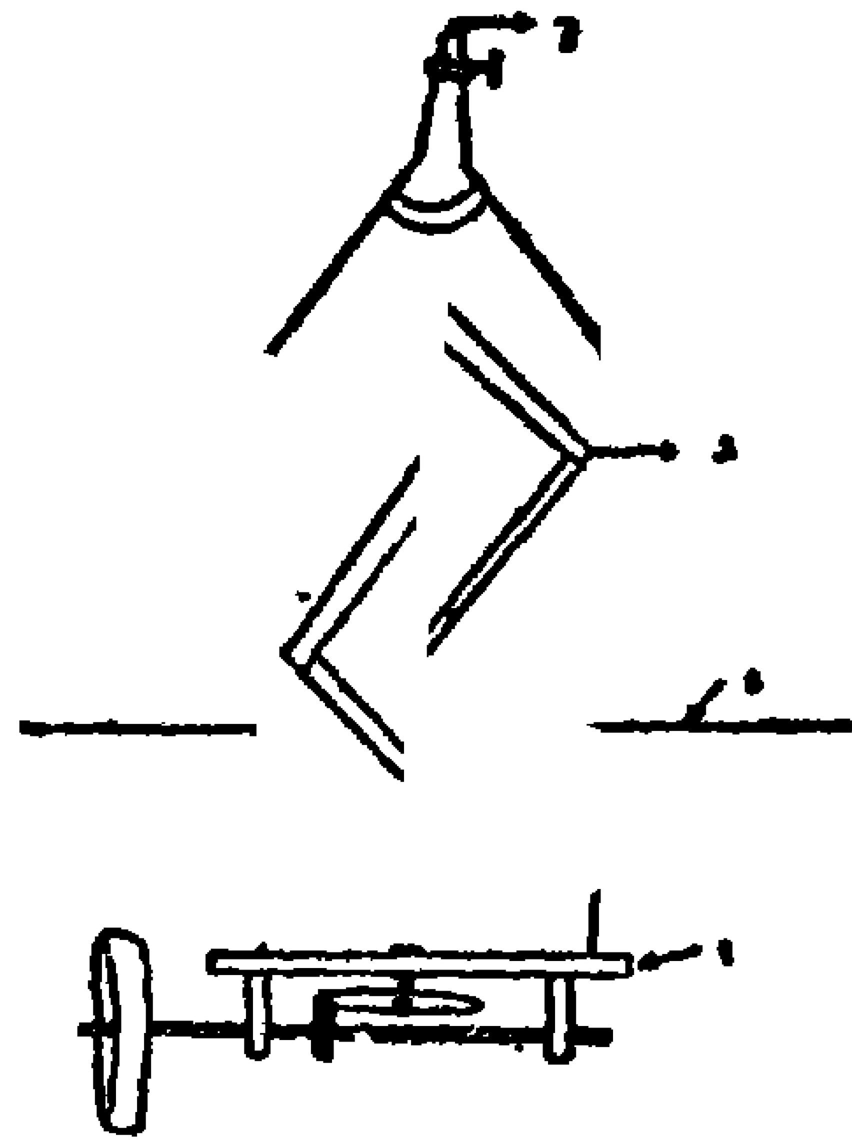
فتقدر قدرتها الإنتاجية بحوالى ألفى طن سنوياً لكنها لا تستهلك سوى ٦٠٠ طن تقريباً . وتستورد الجمهورية العربية المتحدة من زيت الخروع كميات بلغت ٣١٧ طناً فى عام ١٩٥٥ ، ٢٩٢ طناً فى عام ١٩٥٨ . وقد تراوح سعر الطن من زيت الخروع المستورد بين ٩٨ ، ١٥٨ جنيهاً . كذلك تستورد الجمهورية بذور خروع بلغ وزنها ٩٤٩٧٩ كيلو جراماً فى عام ١٩٥٧ وقيمتها النقدية ٧٣٩٨ جنيهاً مصرياً . ويباع زيت الخروع فى الجمهورية العربية المتحدة بسعر ٢٢٥ جنيهاً للطن للانتاج المحلى أو ٣٢٠ جنيهاً للزيت المستورد من بومباى أى ٣٣٥ جنيهاً للزيت المستورد



(شكل ٣٣)
المكبس الايدروليكى

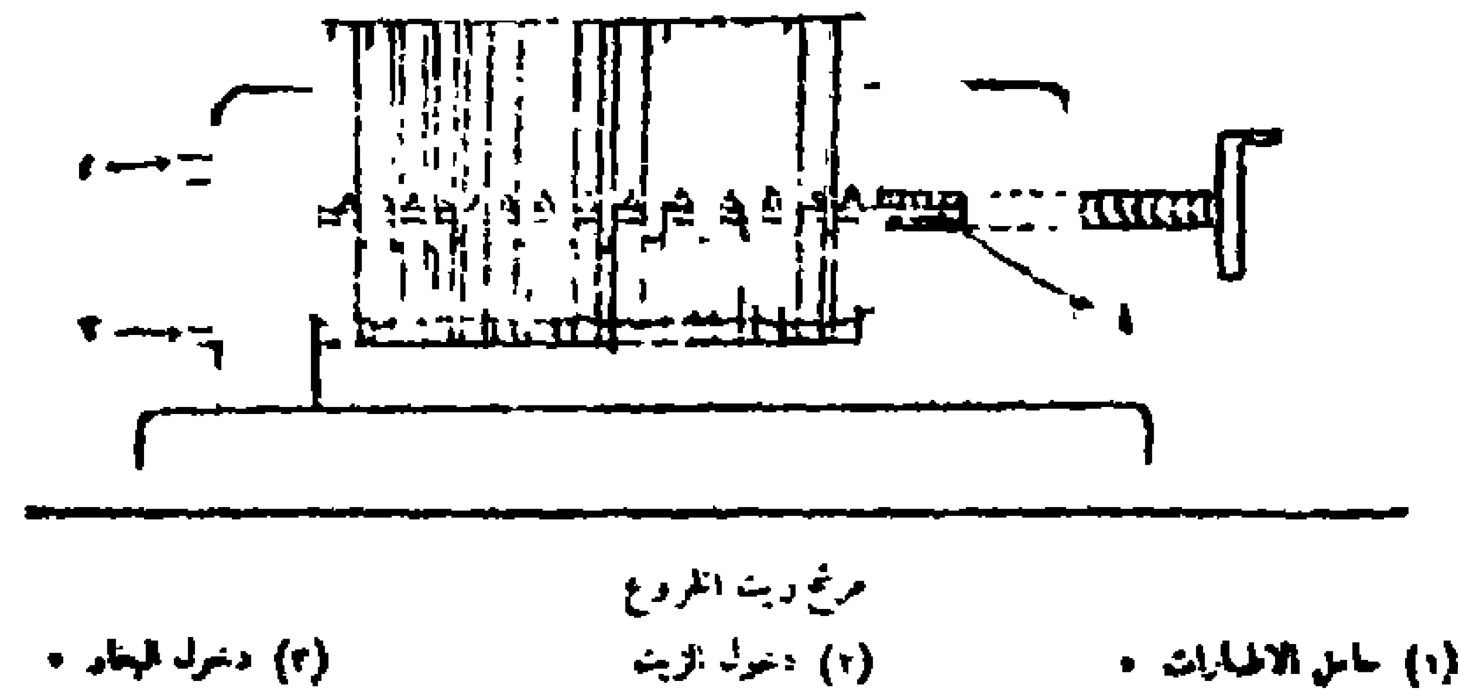
١ — مقلبات آلية ٢ — حلة مزدوجة الجدران للتسخين بالبخار
٣ — حاجز ٤ — يد لتحريك الغطاء ٥ — كرتان لحمل الغطاء
٦ — مكان وقوف العمال ٧ — فتحات نزول الزيت
٨ — حلقات حديدية ٩ — حوض لجمع الزيت المعصور ١٠ — الزيت المعصور
١١ — مكبس ١٢ — من آلة الضغط الهيدروليكى ١٣ — أقراص معدنية (توضع بين طبقات البذرة)

فى براميل سعة مائتى كيلو جرام . ولا تتجاوز كمية زيت الخروع المكبرت المنتجة محلياً نسبة ضئيلة من الاستهلاك المحلى ،

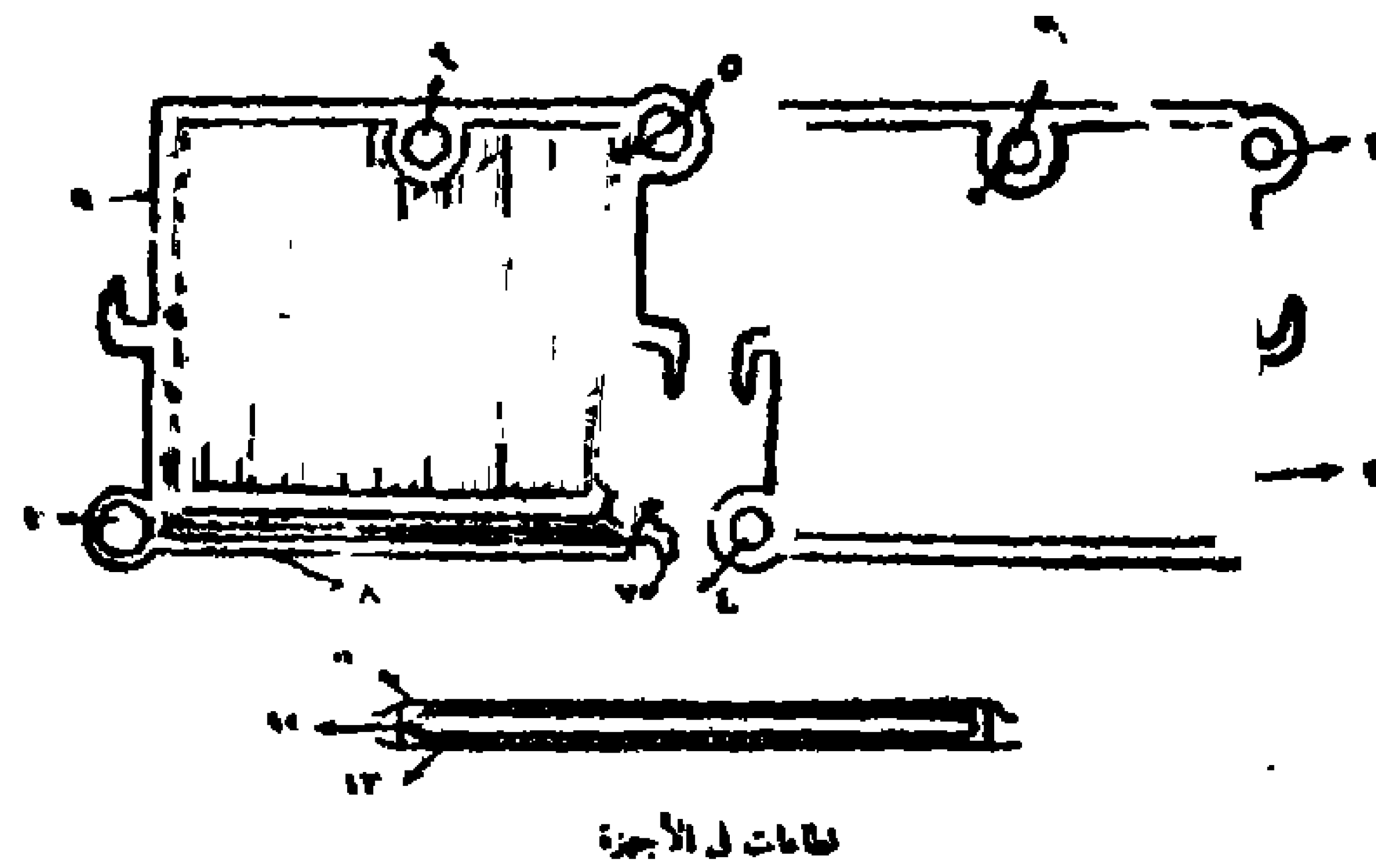


وهى تصنع فى معصرة أرنست برانديت بمصر القديمة أو بالأسكندرية بطريقة بسيطة تتلخص فى إضافة القدر المحسوب من حامض الكبريتيك ببطء إلى زيت الخروع وتقليب المواد معاً داخل أحواض مبطنة بالرصاص ومزودة بمقلبات ثم يغسل الزيت المكبرت بالماء وتعادل الحموضة الزائدة به .

(شكل ٣٤)
جهاز التبييض
١ — قضيب مثبت عليه كراسى الأعمدة المتحركة . ٢ — مكان وقوف العمال .
٣ — مقلب آلى . ٤ — إلى مضخة كابسة

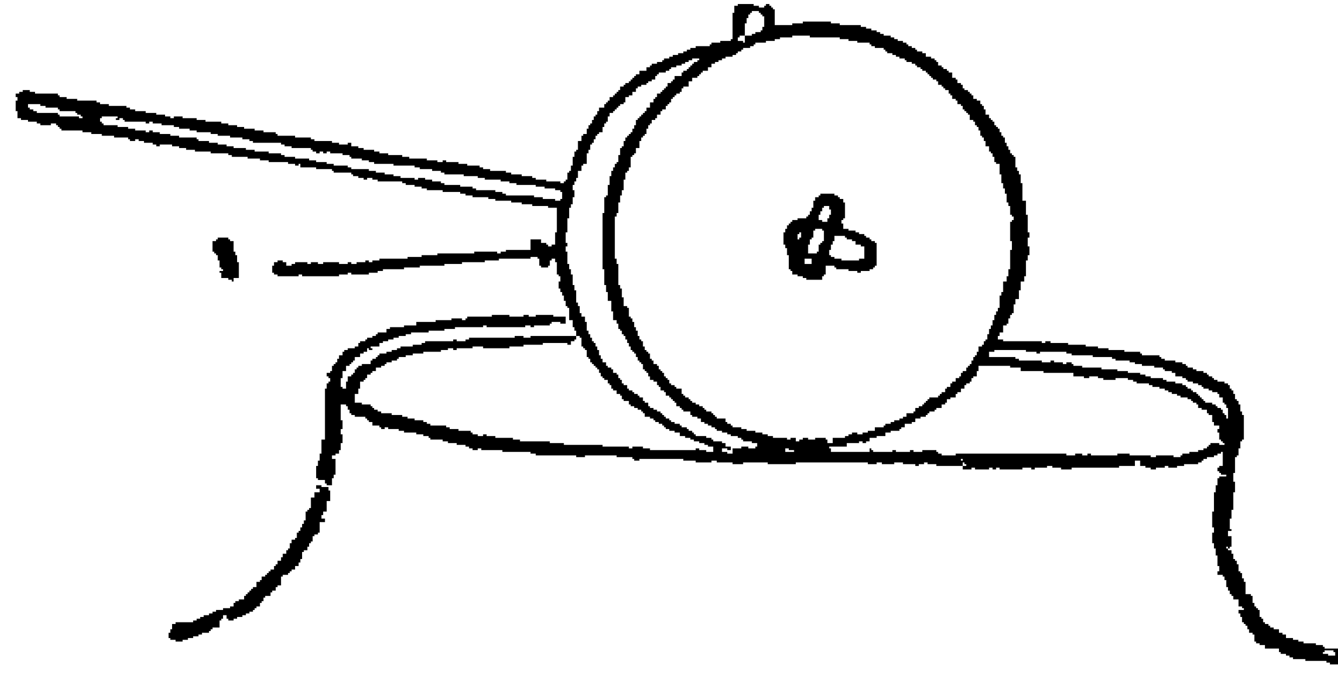


مرشح زيت الخروع
(١) حامل الاطارات . (٢) دخول الزيت (٣) دخول البخار .



قطاعات فى الأجهزة

(شكل ٣٥) قطاعات فى جهاز ترشيح الزيت
١ ، ٤ ، ٥ ، ١٠ ، ١٢ — البخار ٢ ، ٦ — زيت غير مرشح
٣ — إطارات غير مغطاة ٧ — زيت نقى ٨ ، ٩ — خارج القطاع
١١ — قماش سميك ١٣ — زيت



(شكل ٣٦)
هيكل الطاحونة

وتبين الأشكال رقم ٣٢ إلى ٣٦ آلات ومعدات معصرة زيت خروع مصرية .

٢٣ — زيت بذرة القطن :

يستخرج زيت بذرة القطن من بذور نبات Gossypium التي تحتوى على حوالى ١٥ إلى ٢٥ فى المائة زيت ، وترتفع هذه النسبة إلى حوالى ٣٠ إلى ٤٠ فى المائة فى الإندوسبرم أى بعد نزع القشور . ويحتوى الإندوسبرم أيضاً على مادة الجوسيبول gossypol الفينولية السامة التى تتحد بالبروتين أثناء التصنيع منتجة مادة غير قابلة للامتصاص والتمثيل فى جسم الإنسان . ولذلك فالكسب المتخلف من عصر الزيت لا يعتبر ساماً للماشية نظراً لاتحاد المادة السامة بالبروتين وعدم استخدام المادة الناتجة فى جسم الإنسان .

لإستخراج زيت بذرة القطن تنظف البذور بالغرابيل والمغناطيس وتيار الهواء ويزال الزغب linters بإمرار البذور فى ماكينات خاصة delinters مزودة بسكاكين وفرش ، وتجرش البذور وتطبخ وتكبس بالمكابس الهيدروليكية . أما فى طريقة المكابس البريمية فتجرش البذور وتجفف لخفض رطوبتها إلى حوالى واحد فى المائة وتعصر فى المكابس البريمية . وقد تقشر البذور باستخدام ماكينات خاصة hullers مزودة بسكاكين متحركة ، وتنفصل القشور عن الإندوسبرم بالغرابيل .

وتطحن الأغلفة وتضاف للكسب لتعديل نسبة الرطوبة به ، وقد تستعمل

هذه الأغلفة فى صناعة الفورفورال أو فى التسميد أو فى صناعة الورق أو فى الحريق . أما الزغب فيستعمل فى صناعة المفرقعات والسليلوز والحرير الصناعى والورق والأفلام الفوتوغرافية والبلاستك وقطن الإمتصاص وغير ذلك .

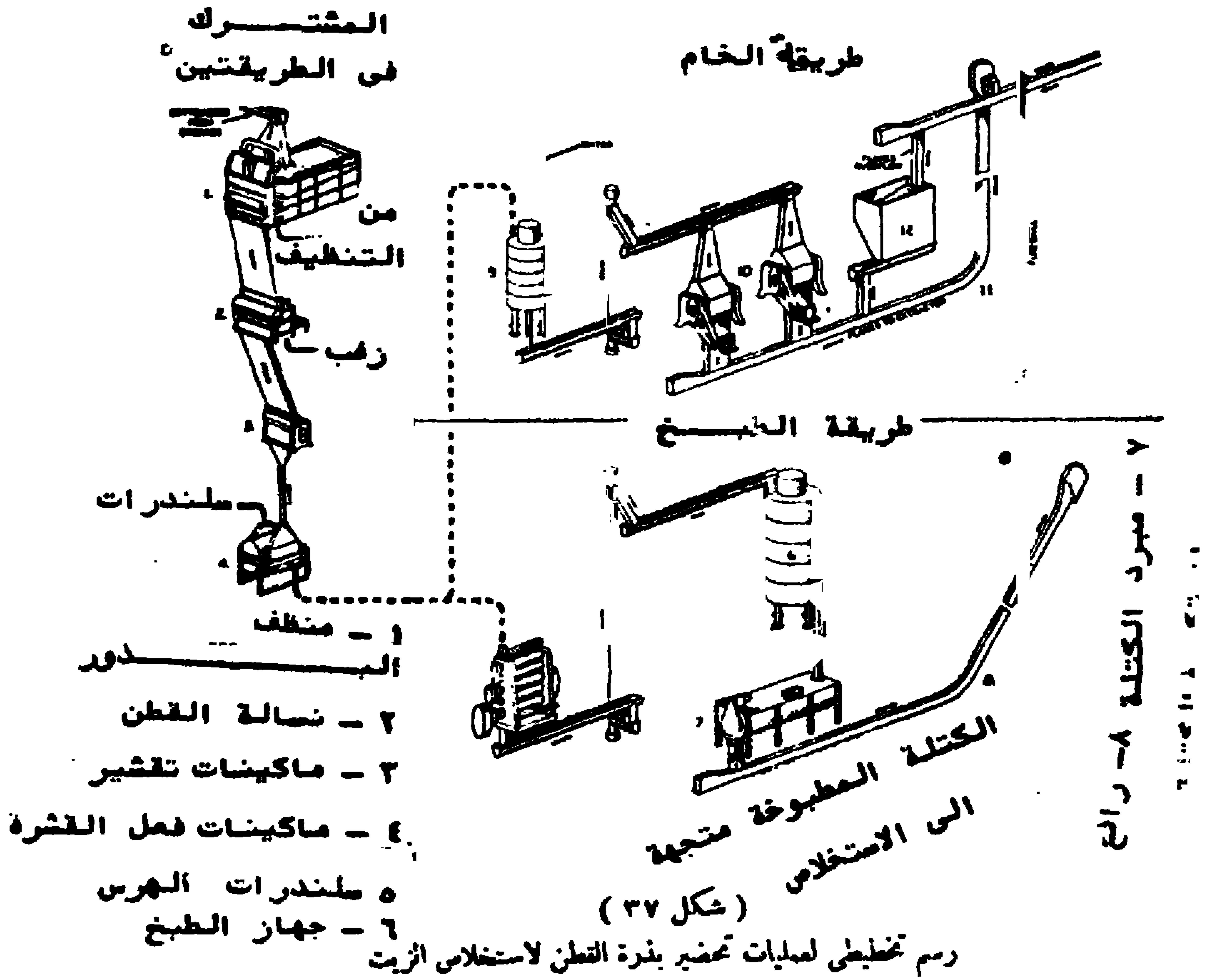
فى حالة تقشير البذور يطحن الإندوسبرم المعروف صناعياً باسم meats بين سلندرات ملساء السطح وتجفف لخفض رطوبتها إلى حوالى اثنين فى المائة وتعدل رطوبتها بإمرارها فى جهاز تكييف temperer مسخن بالبخار ومزود بمقلبات ثم تدفع فى المكابس البريمية . أما فى طريقة المكبس الإيدروليكى فتطبخ البذور المقشورة المطحونة على درجة ١٠٢ إلى ١١٠° مئوية فى سلسلة أوانى مثقبة القاع يصل عددها إلى خمسة مركبة فوق بعضها ومسخنة بالبخار المار حول جدرانها ومزودة بمقلبات . وتجمع المواد المسخنة المتساقطة من القاع الكاذب للاناء السفلى فى قطع من القماش و تشكل فى هيئة ألواح باستخدام مكبس خاص . توضع الألواح فى طبقات فوق بعضها داخل المكبس المغلق وتكبس بضغط يصل إلى ٢٠٠ إلى ٢٧٠ ضغط جوى لاستخراج الزيت . ويطحن الكسب المتبقى ليستعمل فى تغذية الماشية أو فى التسميد ، وهو يتركب من ٦٫٥ فى المائة نتروجين ، ١٫٥ فى المائة أكسيد بوتاسيوم ، ٢٫٥ فى المائة خامس أكسيد فوسفور ومواد أخرى . ويجمع الزيت المعصور فى صهاريج الترسيب ويرشح وينقى بالقلوى ويزال منه اللون والرائحة ، وفى أغلب الأحيان يشق ، وبذلك يصبح صالحاً لأغراض التغذية ، وقد يهدرج الزيت لإنتاج المسلى النباتى .

تجمع الرواسب Foots فى عملية التنقية ، وهى تسمى أحياناً soap stock وتستخدم فى صناعة الصابون أو تحمض بحامض معدنى لفصل الأحماض الدهنية ثم تحلل الجليسريدات المتبقية تحليلا مائياً وتقطر منها الأحماض الدهنية ، بطريقة التقطير البخارى تحت ضغط منخفض .

يقدر الإنتاج العالمى من بذرة القطن بحوالى ٣٤٠٤٨٠٠٠٠٠ رطلا سنوياً ، تنتج الولايات المتحدة الأمريكية منها حوالى الثلث .

تحتل الجمهورية العربية المتحدة المركز الخامس بين دول العالم المنتجة للقطن .

هذا القطن يحتوى على٦٥ فى المائة من وزنه تقريباً بذور. وهذه البذور تقوم عليها صناعة غذائية رئيسية فى الجمهورية ، وهى صناعة الزيوت . وقد أنشىء أول مصنع لإستخراج زيت بذرة القطن فى عام ١٨٦٠ بمدينة الإسكندرية . ثم توالى إنشاء معاصر الزيوت بمدن كفر الزيات والاسكندرية وطنطا والمنيا والبدرشين والقاهرة وبنها وغيرها . وهذه الصناعة موضع عناية المسئولين فى الجمهورية حالياً ، ومن الأدلة على ذلك ما تتعرض له هذه الصناعة حالياً من تطورات سريعة سوف تؤدى فى القريب العاجل إلى وضع صناعة الزيوت المحلية فىمستوى صناعة الزيوت بالدول الكبيرة . وقد تضمن برنامج تطوير صناعة الزيوت فى الجمهورية خلال عام ١٩٦٤ إنشاء إحدى عشر وحدة لاستخلاص الزيوت بطريقة المذيبات ، أى بأحدث طرق استخراج الزيوت . هذا ولا يغفل أنه يوجد حالياً فىالجمهورية وحدات لاستخلاص الزيوت بطريقة المذيبات أنشئت خلال الأعوام الخمسة فى بداية الستينات .



(شكل ٣٧)

رسم تخطيطي لعمليات تحضير بذرة القطن لاستخلاص الزيت

وتتلخص خطوات استخراج زيت بذرة القطن فى معظم المعاصر القديمة بالجمهورية العربية المتحدة فيما يلى :

١ — تنظيف البذور .

٢ — هرس البذور أى طحنها فى طاحونة تعرف محلياً باسم « دولاب لتكسير والتنعيم » .

ويلاحظ أنه قد أهملت عملية إزالة الزغب من البذور ، كذلك لا تقشر بذرة القطن عادة فى الجمهورية العربية المتحدة باستثناء مصنع المنيا .

٣ — ترطيب البذور وطبخها فى صهريج يعرف محلياً باسم « حلة الطبخ » .

٤ — تشكيل المادة الخام فى هيئة ألواح وهى معبأة داخل قماش يعرف باسم « الشعر » ، ويجرى ذلك باستعمال مكبس خاص .

٥ — عصر ألواح المادة الخام فى مكابس إيدروليكية .

٦ — تسوية حواف ألواح الكسب المختلفة بعد العصر باستعمال مكينة .

٧ — تنقية الزيت بتعريضه للعمليات التالية :

(ا) معادلة الحموضة فى الزيت .

(ب) غسل الزيت وتجفيفه ، للحصول على الزيت المعروف محلياً باسم زيت نمرة ٣ .

(حـ) تبييض الزيت نمرة ٣ فيتحصل على زيت نمرة ٢ .

(ء) إزالة الرائحة من الزيت نمرة ٢ .

(هـ) تصفية الزيت .

(و) تبريد الزيت وفصل الاستيارين منه للحصول على زيت نمرة ١ .

ويسبب عصر البذور بدون إزالة الزغب منها ارتفاع نسبة الألياف فى الكسب الناتج وفقد نسبة من الزيت يمتصها الزغب عادة . بينما إذا روعى فى

تطور الصناعة فصل الزغب فسيستفاد منه فى صناعة السليلوز وبعض المفرقعات والحرير الصناعى والبلاستك وغيرها .

كذلك عدم تقشير البذور يسبب ارتفاع نسبة الألياف فى الكسب وانخفاض نسبة الزيت المتحصل عليها قليلا وانخفاض درجة جودة الزيت الناتج . بينما فى حالة تقشير البذور سوف يستفاد من القشور الناتجة فى صناعة السليلوز وفى التسميد وفى الحريق .

وتفيد عملية طبخ البذور المهروسة فى إتلاف جدران الخلايا النباتية مما يسهل مرور الزيت ، وخفض لزوجة الزيت مما يسهل إنسيابه ، وقتل الإنزيمات المؤكسدة التى تحتويها البذور مما يسبب تقليل تعرض الزيت للتزنخ الأكسيدى أثناء تخزينه ، وإبادة الأحياء الدقيقة الملوثة للبذور مما يحسن الناحية الصحية ، وإحداث التفاعل بين مادة الجوسيبول السامة ، وبين بروتينات البذور مما يزيل الأثر السام للكسب . وتتراوح درجة حرارة الطبخ المستعملة عملياً بين ٨٠ ، ١١٠° مئوية ، ويستمر الطبخ لمدة نصف ساعة تقريباً تنخفض خلالها نسبة الرطوبة إلى حوالى ٧ أو ٩ فى المائة . ولايجوز رفع درجة الحرارة كثيراً لأن هذا يؤدى إلى احتراق جزء من الزيت كما يجب ألا تنخفض تحاشياً للحصول على زيت يوصف بكونه ناقص النضج فيتعرض للتزنخ بسرعة أثناء التخزين . كذلك يجب ألا تترك رطوبة مرتفعة فى المادة الخام لأن هذا يسبب زياده ليونة عجينة البذور وتساقط أجزاء منها فى الزيت أثناء الكبس ، وسرعة تمزق قماش المكابس ، وارتفاع الحموضة فى الزيت . أما انخفاض الرطوبة كثيراً عن الحد المناسب فيسبب تفتت الكسب وتخلف نسبة زائدة من الزيت فى الكسب .

يضبط الضغط فى المكابس الإيدروليكية عند الحد المناسب ، وهذا يبلغ حوالى طن ونصف على البوصة المربعة فى الكبس الأول الذى يستمر حوالى عشرة دقائق وينفصل فيه ثلاثة أرباع كمية الزيت تقريباً ، وطنان على البوصة المربعة فى الكبس الثانى الذى يستمر حوالى ٣٥ دقيقة ، وينفصل فيه بقية الزيت . فزيادة الضغط عن المناسب تؤدى إلى تمزق القماش وتساقط قطعاً من الكسب فى الزيت ، كما قد ينفجر المكبس .

الكسب الناتج من المكابس تسوى حوافه عادة بقصد إعطائه شكلا منتظما ، وكذلك لفصل الحواف التي تكون عادة مشبعة بالزيت فمن المفيد إعادتها إلى حلة الطبخ لإسترداد هذا القدر من الزيت . ويفيد ذلك أيضاً في منع سرعة تزنخ الزيت وفي جعل الكسب صالحاً لتغذية الماشية فلا تعافه الحيوانات ولا تصاب بعسر الهضم .

والزيت الناتج تعادل حموضته لفصل ما يحتويه من أحماض دهنية حرة وشوائب وصبغات نباتية ومواد صمغية ومادة الجوسيبول السامة ، حيث تنفصل هذه المواد على صورة راسب عند معاملة الزيت بمحلول الصودا الكاوية ، ويعرف هذا الراسب محلياً باسم الصابون الأسود . ويترتب على هذه المعاملة فقد في الزيت يقدر بحوالي ثلاثة إلى عشرة في المائة .

ويتبع عملية معادلة حموضة الزيت الغسيل بالماء لإزالة آثار الصودا الكاوية . ويسخن الزيت تسخيناً غير مباشر بواسطة بخار يمر في مواسير مغمورة في الزيت داخل صهريج يعرف محلياً باسم « حلة التسوية » لإزالة الماء من الزيت . ودرجة الحرارة المستخدمة تبلغ ١١٠° مئوية عادة .

لتبييض الزيت محلياً تستعمل مادة تراب القصار المكونة من سليكات ألومنيوم ، ويستعمل مسحوق فحم حيواني . وتضاف مواد التبييض عادة بنسبة ٣ إلى ٥ في المائة . وهذه العملية تسبب فقداً في الزيت الناتج يقدر بحوالي ½ إلى ١ ½ في المائة .

ولإزالة الرائحة من الزيت في المصانع المحلية يسخن هذا الزيت في صهاريج مقفلة إلى درجة ١٧٠° مئوية لمدة سبع ساعات تقريباً ، فتتطاير المواد المكسبة للرائحة كما يتخلص من الاستيرولات والفوسفوليبيدات . ويعرف الزيت الناتج بعد هذه العملية محلياً باسم الزيت نمرة ٢ .

يصفى الزيت نمرة ٢ خلال المصافي تحت ضغط ، ويبرد إلى درجة ٥° مئوية تدريجياً ، إذ أن التبريد الفجائي يسبب انتشار الاستيارين المتجمد في الزيت مما يجعل فصله صعباً . وعادة يجري التبريد على مرحلتين وهما تستغرقان حوالي ٤٨ إلى ٧٢ ساعة حتى ترشح الزيت خلال القماش تحت ضغط فيتحصل على الزيت المعروف باسم

زيت نمرة ١ . ويفقد الزيت فى هذه العملية حوالى ½ إلى ¾ فى المائة من وزنه . ويتميز الزيت الناتج بخلوه من الصابون وبانخفاض رطوبته إلى ٠٫٢ فى المائة تقريباً ، مقدرة كحامض أوليك ، وبانخفاض رطوبته إلى ٠٫٢ فى المائة تقريباً ، وبعدم ظهور عكارة به عندحفظه على درجة الصفر المئوى لمدة ساعتين . والزيت نمرة واحد المنتج عملياً يبلغ رقمه اليودى ٧٥٫٨٥ فى المتوسط . ورقم تصبنه ١٩٥ وكثافته ٠٫٩٢٣ عند درجة ١٥° مئوية .



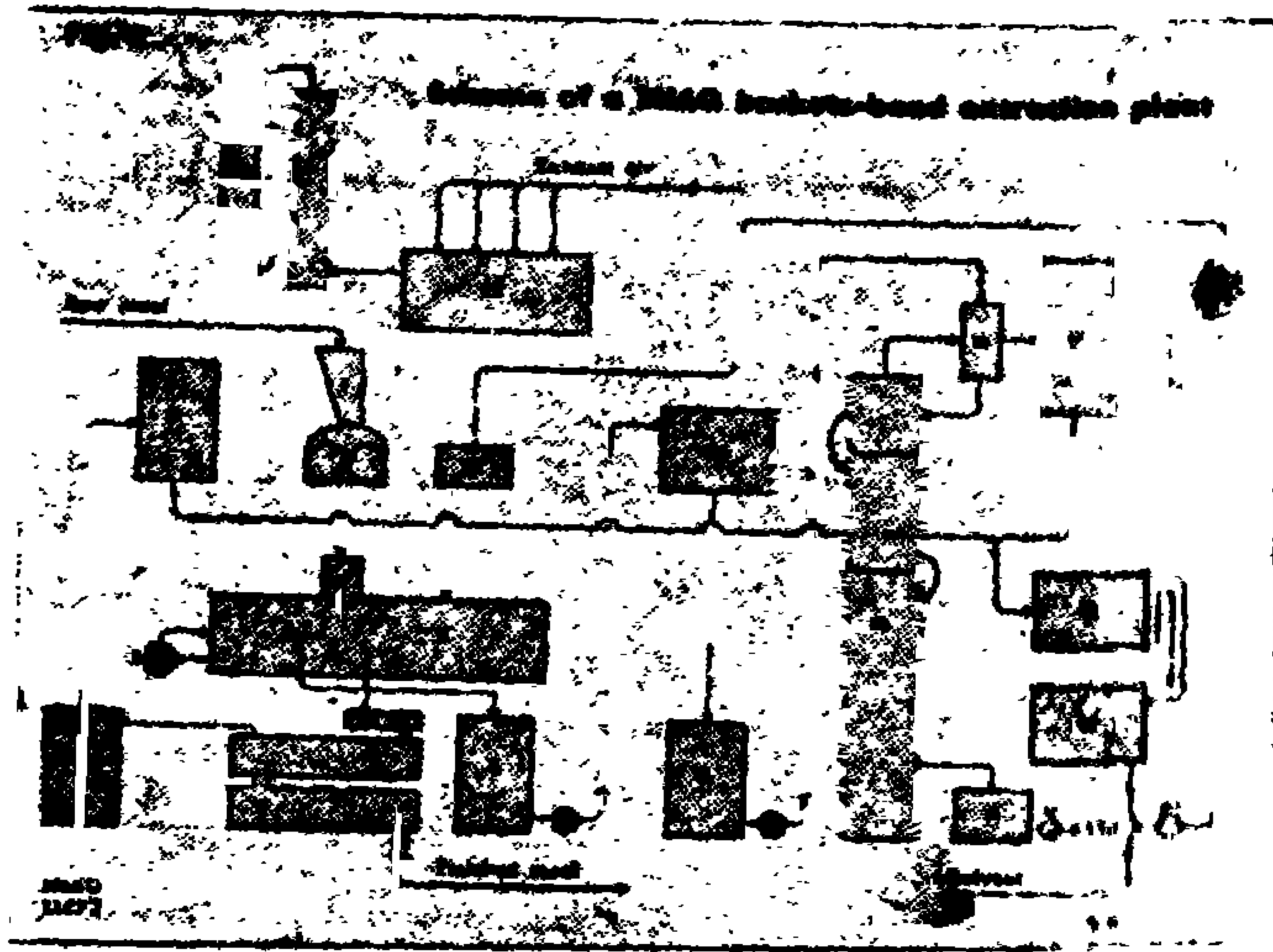
(شكل ٣٨)

جهاز استخلاص الزيت بالمذيبات ذو السلة



(شكل ٣٩)

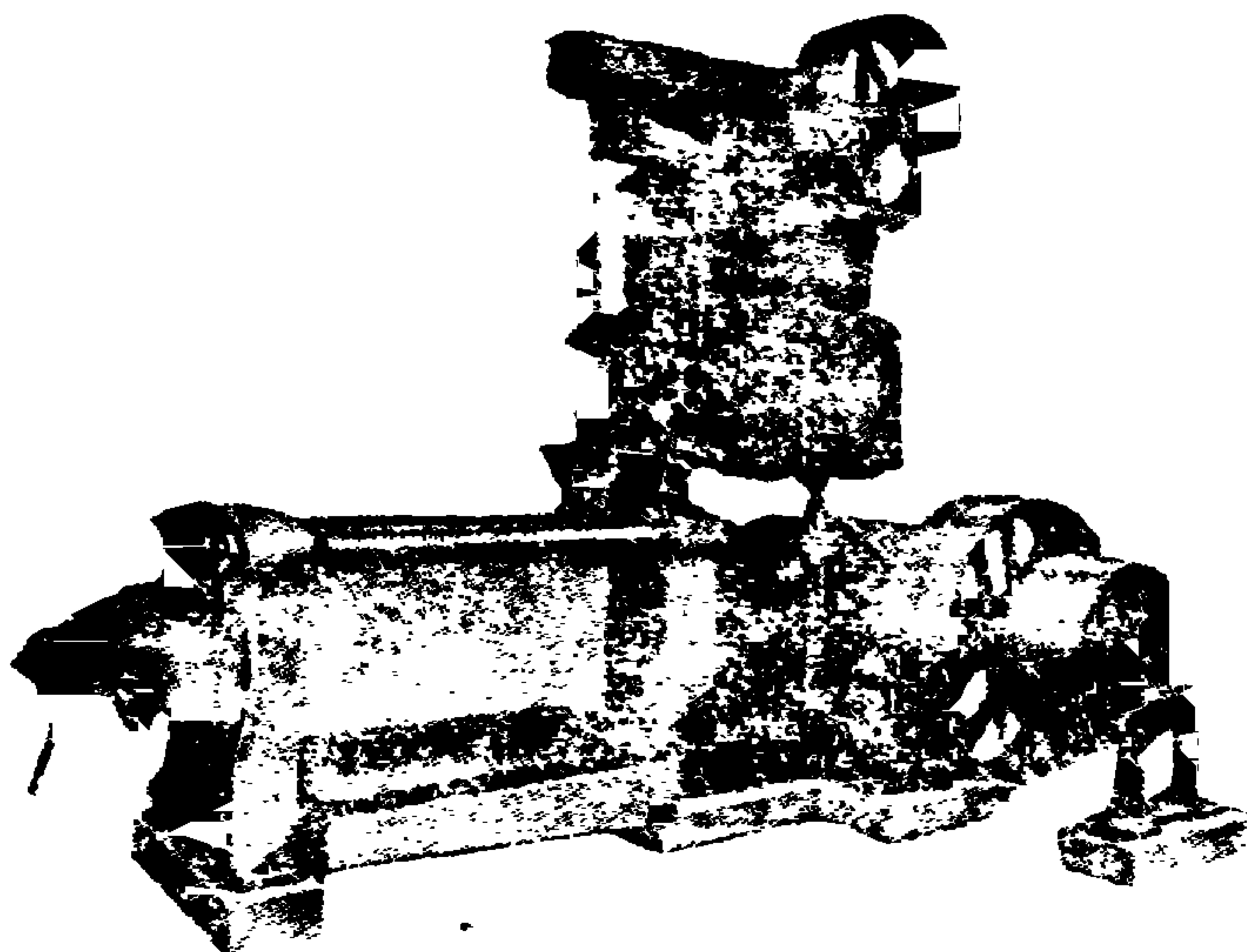
معدات التقطير



(شكل ٤٠) رسم تخطيطى لعمليات استخلاص الزيت بأجهزة المذيبات ذات السلة
١ طاحونة ٢ جهاز استخلاص الزيت ذو السلة ٣ مضخة محلول الزيت ٤ مدخل ٥ تقطير ٦ تجمع الغبار ٧ مكثف ٨ تانك محلول الزيت غير المرشح ٩ مضخات محلول الزيت ١٠ ترشيح محلول الزيت ١١ تانك محلول الزيت المرشح ١٢ مضخة محلول الزيت ١٣ تسخين ابتدائى لمحلول الزيت ١٤ تقطير محلول الزيت فى المذيب ١٥ تانك تجميع الزيت ١٦ مضخة زيت ١٧ مكثف ١٨ تانك الفصل ١٩ تانك المذيب ٢٠ مضخة المذيب ٢١ مستقبل المذيب ٢٢ مستقبل هواء الموازن ٢٣ استرداد المذيب .



(شكل ٤١) رسم تخطيطى لعملية تنقية الزيت
١ ميزان الزيت الخام ٢ التعادل ٣ تانك السائل القلوى المنفصل lye ٤ تانك راسب التنقية soap stock ٥ إلى أجهزة التفكيك ٦ إزالة اللون ٧ مضخة وجهاز الترشيح ٨ تانك الزيت المزال لونه ٩ تانك إزالة الرائحة ١٠ مبرد ١١ جهاز ترشيح ١٢ تانك الزيت المنقى ١٣ أجهزة التكثيف ١٤ مضخة تفريغ ١٥ إلى مخزن الزيت .



(شكل ٤٢)

المكبس البريمى « ماركة مياج »



(شكل ٤٣)

رسم تخطيطي يوضح عمليات استخراج زيت البذور

الفصل الثاني

الصابون

الصابون

الصابون هو الأملاح المعدنية للأحماض الدهنية طويلة السلسلة المشبعة وغير المشبعة ، وقد يتضمن التعريف أملاح الأحماض الدهنية المحضرة معملياً وأملاح الأحماض النفثينية naphthenic acids .

ويلاحظ أن صابون الأحماض الدهنية المشبعة يكون ذا قدرة على التنظيف عندما يكون الحامض المصنوع منه الصابون به عدد من ذرات الكربون لايقل عن ثمانية ولايزيد عن اثنى وعشرين . غيرأن الصابون القلوى وصابون الأمونيا وبعض أملاح القواعد العضوية مثل صابون ثلاثى الإيثانول أمين تذوب فى الماء بسهولة وبذلك تصبح ذات فعل فى التنظيف فى محلولها المائى .

يصنع الصابون الذائب فى الماء بكميات كبيرة فى مختلف الدول ويعرف بالصابون المعدنى ، وهو عبارة عن أملاح للمعادن الثقيلة ومعادن الأراضى القلوية مع الأحماض الدهنية الأخرى ، ويستعمل هذا الصابون فى كثير من الأغراض التى من بينها :

١ — يستعمل صابون الكالسيوم والألومنيوم والباريوم والليثيوم فى صناعة كثير من شحوم التشحيم . ويحضر هذا الصابون فى صورة أملاح الأحماض الدهنية باستخدام الشحم البقرى أو ما يشابهه . أما صابون الليثيوم فعادة يحضر من أحماض زيت الخروع المهدرج ، وهو يستخدم فى صناعة شحوم يكثر عليها الطلب بسبب صلاحيتها للاستعمال على درجات حرارة متباينة . وكثيراً ما تخلط هذه الأنواع من الصابون بصابون الصوديوم .

٢ — تستعمل استيارات الكالسيوم والألومنيوم والمغنسيوم والباريوم والرصاص والزنك فى التشحيم وكمواد مانعة للتكلكع anticaking . وكثيراً ما تدخل استيارات المغنسيوم أوالزنك فى صناعة بعض مساحيق التجميل . وتستعمل استيارات الكالسيوم والمغنسيوم والألومنيوم ، وكذلك الأوليات ، فى إكساب الأقمشة والورق خاصية عدم البلل أى طرد الماء .

٣ — تستعمل بالميتات واستيارات الألومنيوم والكالسيوم والمغنسيوم فى تقليل

لمعان مواد الطلاء والورنيشات وفى اكساب مواد الطلاء قواماً كثيفاً . ونستعمل استيارات الرصاص فى ضبط سرعة اشتعال مسحوق البارود .

٤ — تستعمل استيارات الرصاص وكذلك أملاح الباريوم والكادميوم المشتقة من حمض اللوريك كمواد مثبتة للون كلوريد البولى فينايل polyvinyl chloride .

٥ - تستعمل أملاح الكوبلت والمنجنيز والرصاص المشتقة من حامض اللينوليك كعوامل مساعدة فى تفاعلات أكسدة الزيوت الجافة .

ويبدو أن المنظفات الصناعية أصبحت منافساً خطيراً للصابون كما هو واضح من إحصاء أمريكى دل على استهلاك ٢٧٥٠٠٠٠٠٠٠ رطلا من الصابون عام ١٩٣٥ ومعها ٢٠٠٠٠٠٠ رطلا من المنظفات الصناعية ، بينما فى عام ١٩٤٥ كان الاستهلاك من الصابون ٣٥٠٠٠٠٠٠٠٠ رطلا من الصابون مقابل ١٥٠٠٠٠٠٠٠ رطلا من المنظفات ، وفى عام ١٩٥٣ كان الاستهلاك ١٩٤٨٠٠٠٠٠٠ رطلا من الصابون مقابل ٢١٣٤٠٠٠٠٠٠ رطلا من المنظفات الصناعية .

الدهون المستخدمة فى صناعة الصابون :

يؤثر نوع الدهن المستخدم فى صناعة الصابون فى صفات الصابون الناتج ، فعلى سبيل المثال يكون الصابون الناتج من استعمال دهون بها نسبة مرتفعة من أحماض اللوريك والميرستيك سهل الذوبان فى الماء البارد ويعطى رغوة وفيرة حتى فى الماء البارد ويفيد فى الغسيل بالماء المالح كما هو الحال فى البواخر . كذلك فى غسيل الأقمشة الرهيفة على درجات حرارة متوسطة يفيد استعمال الصابون المحضر من الدهون اللينة أو الزيوت المحتوية على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل زيوت الزيتون وبذرة القطن والذرة وفول الصويا . بينما على درجات الحرارة المرتفعة يفيد فى الغسيل استعمال الصابون المحضر من الدهون ذات النسبة المرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة طويلة السلسلة مثل شحم البقر وزيت النخيل . ولذلك فالقاعدة العامة فى صناعة الصابون هى مزج عدة أنواع من الدهون أو الزيوت بالنسب الموافقة لتعطى صابوناً ذا صفات محددة مرغوبة . والشائع فى صناعة صابون التواليت هو مزج أربعة أجزاء من الدهن الصلب كشحم البقر مع جزء من زيوت

الثمار مثل زيت جوز الهند . وتراعى فى الخلط الناحية الاقتصادية فتمزج دهون جيدة مرتفعة الثمن لإنتاج صابون فاخر أو دهون رخيصة الثمن لإنتاج صابون التواليت العادى . وهذا يعنى أنه يستخدم فى صناعة صابون التواليت زيت الزيتون الجيد والشحم البقرى الجيد أحياناً أو الشحم الداكن وشحم القمامة ورواسب تنقية زيت بذرة القطن أحياناً أخرى .

تنقى الزيوت والدهون المعدة لصناعة الصابون بالغسيل الحمضى ، والمعاملة بالصودا الكاوية ، وإزالة اللون بنزع الكربون والطمى المنشط أو بالأكسدة باستعمال بيكرومات الصوديوم مع أحماض معدنية مخففة أو فوق أكسيد إيدروجين ، أو يزال اللون بالأكسدة الهوائية فى حالة زيوت النخيل المنخفضة الحموضة . ويمكن تبييض الصابون نفسه باستعمال مواد مؤكسدة أو مختزلة ، غير أن هذا لا يجرى فى الصناعة إلا على نطاق ضيق .

طريقة الغليان لصناعة الصابون :

بنيت هذه الطريقة soap-boiling process على ظاهرة قابلية الصابون للذوبان فى محاول الألكتروليتات المائى المخفف ، مثل محاول كلوريد الصوديوم أو إيدروكسيد الصوديوم ، وعدم قابليته للذوبان عندما يرتفع تركيز الألكتروليت إلى حد معين . فبإضافة الألكتروليت تنفصل المادة المتصبنة إلى صابون ومحاول قلوى lye . وعادة يكون الصابون المنفصل محتوياً على حوالى ثلاثين فى المائة رطوبة ويمكن تنقيته لإزالة معظم ما يحتويه من المواد الغريبة مثل الملح والصودا الكاوية وكربونات الصوديوم والجليسرين . أما ماء الرماد فيحتوى على الجزء الأكبر من الجليسرين ومعه بعض الشوائب التى أهمها الزيادة من القلوى المضاف وكربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم وبعض المواد الملونة والمكسبة للرائحة .

تجرى الطريقة الساخنة على مراحل ويستخدم فيها تانكات مستديرة تعرف باسم soap kettles or pans مزودة بوسائل التقليب والتسخين بالبخار ، وتمتد مواسير البخار داخل التانكات قرب قاعها . وتتفاوت هذه التانكات فى سعتها فقد تصل سعة الواحدة منها إلى حوالى مليون رطل .

يبدأ التصنيع بالمرحلة الأولى المعروفة باسم killing وفيها يصبن الزيت كله أو ثمانين فى المائة منه على الأقل ، ويجرى ذلك بدفع الدهن السائل إلى داخل التانكات وإضافة محلول الصودا الكاوية المائى أو المحلول القلوى المتخلف من عملية تصبن سابقة . ويستمر التسخين بالبخار المنطلق أو المحبوس داخل المواسير ، كما أن درجة الحرارة ترتفع بتأثير حرارة التفاعل ، ويجب فى هذه المرحلة أن يكون محلول الصودا الكاوية ذا تركيز مرتفع إلى الحد الذى يحول دون تكتل الصابون lumping وهى الظاهرة المعروفة باسم bunching ، كما يجب ألا يرتفع التركيز كثيراً إلى الحد الذى يسبب خروج الصابون من المحلول . ويستمر التسخين حتى يفقد الصابون المتكون ملمسه الدهنى وحتى يتضح عدم تكوين عكارة عند تبريد المحلول القلوى .

والمرحلة الثانية هى خروج الصابون من المحلول salting out or graining بإضافة ملح صخرى أو محلول ملحى مركز أو الملح المتحصل عليه فى استخراج الجليسرين . ويعقب ذلك الغليان لفترة قصيرة ثم يوقف البخار ويترك المزيج للترسيب ونتيجة لهذه المعاملة ينفصل المزيج إلى طبقتين العلوية منهما هى الصابون الذى يطفو بتأثير انخفاض وزنه النوعى والسفلية منهما هى المحلول القلوى المحتوى على معظم الجليسرين والملح وبعض الشوائب والمسمى spent lye بسبب استنفاذ جميع كمية القلوى الحر تقريباً عند بلوغ هذه المرحلة . ويسحب السائل من فتحة فى قاع التانك.

والمرحلة الثالثة هى مرحلة الغسيل washing لخفض نسبة الجليسرين عن نصف فى المائة وإزالة جزء من الشوائب ويجرى ذلك بإضافة الماء للصابون فى التانك والتسخين بالبخار المباشر حتى الغليان بشدة ويلى ذلك إخراج الصابون من المحلول بإضافة الملح كما سبق فى المرحلة الثانية وترك المزيج للترسيب وسحب السائل. وفى الإمكان تكرار عملية الغسيل هذه لإزالة بقايا الجليسرين . ويطلق على عملية إذابة الصابون والغليان السابق إيضاحها الإصطلاح soap is closed .

والمرحلة الرابعة هى مرحلة التقوية strengthening change وفيها يذاب الصابون ثانية بإضافة الماء والتسخين بالبخار المباشر حتى الغليان ، ثم يضاف المحلول القلوى المائى على دفعات تنتهى بخروج الصابون من المحلول . وغالباً مايضاف

الملح لاستكمال عملية فصل الصابون ويعقب ذلك إيقاف مرور البخار وترك المزيج للترسيب وسحب السائل القلوى الذى يتميز باحتوائه على بعض القلوى ولذا فمن الممكن استعماله فى المرحلة الأولى لعملية تصبين قادمة .

والمرحلة الخامسة تعرف باسم fitting or pitching وفيها يضاف باحتراس كمية كافية من الماء إلى الصابون على درجة الغليان لخفض تركيز الألكتروليت ، وفى هذه العملية يذوب جزء من الصابون فى المحلول المائى . وبإيقاف الغليان ينفصل الصابون النقى neat soap يطفو عن النيجر nigre .

يترك المخلوط هادئاً على درجة حرارة ٩٥° مئوية لمدة يوم أو يومين أو أطول من ذلك قليلا فينفصل هذا المخلوط إلى أربع طبقات تعرف الأولى باسم fob وهى الطبقة العلوية الكثيرة الرغاوى . والثانية تسمى neat soap وهى طبقة الصابون الرئيسية على حالة سائلة وساخنة ، والطبقة الثالثة تسمى nigre والرابعة تسمى pitch water وهى عبارة عن المحلول القلوى فى القاع. ويفيد تكوين طبقة nigre فى إزالة الشوائب التى قد يحتجزها الصابون ويصعب التخلص منها بالغسيل العادى .

وتستغرق الطريقة الساخنة لصناعة الصابون مدة تتراوح بين يومين وثمانية أيام تبعاً لكمية الخامات المصنعة وطريقة التصنيع . وفى نهاية المدة يمكن سحب الصابون للخارج خلال ماسورة تعرف باسم skimmer pipe تمتد داخل التانك ويمكن رفع أو خفض مستواها حسب الرغبة . وهذا الصابون يمكن استعماله مباشرة كما يمكن تخزينه فى تانكات إلى حين استعماله . أما طبقة nigre فتستعمل فى صناعة الصابون المنخفض الدرجة .

تصنع التانكات المستخدمة فى هذه الطريقة من الصلب العادى ، أما فى صناعة صابون التواليت فيفضل تانكات النيكل .

وقد أدخلت على هذه الطريقة تعديلات عدة بقصد توفير الوقت وجزء من الخامات وإعادة استعمال السائل القلوى lye فى عمليات متتالية يتبع فيها عادة إمرار السائل والصابون فى اتجاهين متضادين .

ويدخل ضمن خامات الصابون أيضاً rosin المكون أساساً من أحماض

دهنية وحمض abietic acid . وهذه الأحماض الدهنية يتحصل عليها بتفكيك الدهن وتنق بالتقطير البخارى تحت ضغط منخفض . وفى هذه الحالة يجرى التعادل بإضافة محلول كربونات صوديوم مائى أو محلول صودا كاوية مائى فى تانكات خاصة ويستغنى عن فصل الجليسرين . ويمزج صابون الأحماض الدهنية أو صابون rosin الجاف بالصابون المحضر من الدهن بعد فصل الجليسرين بغليان المزيج ثم استكمال تصنيعه بالطريقة العادية .

طريقة الاتجاه المضاد الساخنة لصناعة الصابون :

لهذه الطريقة countercurrent soap boiling مزاياها فى مصانع الصابون ذات القدرة الإنتاجية الكبيرة حيث يستخدم العديد من التانكات . فى هذه الطريقة يتخلف عن كل رطل من الدهن المستعمل فى صناعة الصابون ثلاثة أرباع الرطل من السائل lye ، بينما فى الطريقة الساخنة العادية تكون الكمية حوالى رطلان . وهذا الانخفاض فى كمية السائل يحقق المزايا التالية :

١ — تقليل نفقات التبخير .

٢ — تقليل الفقد فى الصودا الكاوية وفى الصابون الذائب فى السائل .

٣ — تقليل كمية الكيماويات المستعملة .

٤ — تقليل المعدات اللازمة للمعاملة والترشيح والتبخير .

وفى هذه الطريقة يجرى التعادل وتصبن الزيت والغسيل ثلاث أو أربع مرات قبل التشطيب . فى حالة الغسيل أربع مرات يراعى فى المرة الرابعة أن تستعمل الكميتان المناسبتان من الماء والملح ثم يستخدم السائل المنفصل lye فى عملية الغسيل الثالثة فى حلة أخرى أى فى عملية أو طبخة أخرى ، والسائل المنفصل من هذه العملية الأخرى يستعمل فى عملية الغسيل الثانية فى عملية ثالثة ، ثم يستعمل السائل المنفصل من هذه العملية الثالثة فى الغسيل الأول لعملية أخرى . ويلى ذلك استعمال السائل المنفصل فى عملية تصبن دفعة أخرى حيث ينخفض تركيز الصودا فى السائل النهائى بمزجه بالزيت فى عملية التعادل . فى عملية التصبين يضاف للسائل القلوى lye كمية الصودا الكاوية اللازمة لتصبين الزيت كما تضبط كمية السائل

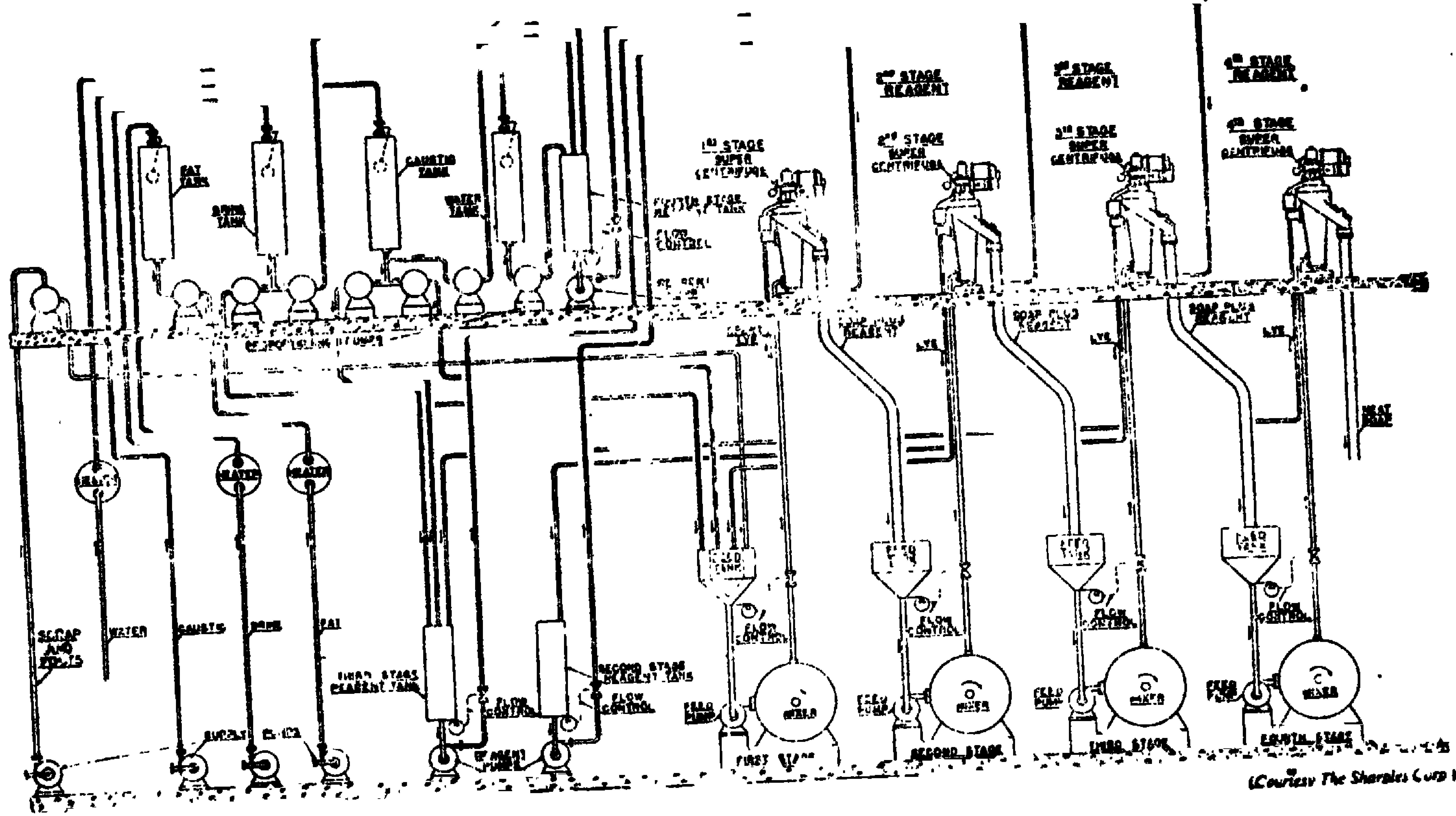
القلوى المضاف بحيث تسكفى لتصبين ٨٥ إلى ٩٠ فى المائة من الزيت على الأقل ، وبإعادة استعمال السائل القلوى المنفصل تنخفض نسبة الصودا الكاوية به إلى حوالى ٢ر٠ ٪ .

ويعقب سحب السائل القلوى استكمال التصبن بإضافة محلول صودا كاوية حديث .

وواضح أنه فى هذه الطريقة يمر المحلول القلوى الحديث فى اتجاه عكسى لاتجاه مرور الصابون المتكون ولذا فالصابون تنخفض فيه تدريجياً نسبتا الجليسرين والألكتروليتات . ويمكن غسل الصابون بعد ذلك بالماء فقط واستكمال التشطيب بالطريقة العادية . ويتحتم فى هذه الطريقة التسخين بالبخار المحبوس فى المواسير ، إذ ليس ممكناً استخدام البخار المنطلق لأن هذا يتعارض مع الغرض الأساسى من هذه الطريقة وهو تقليل كمية السائل القلوى الناتج lye إلى أقل حد ممكن .

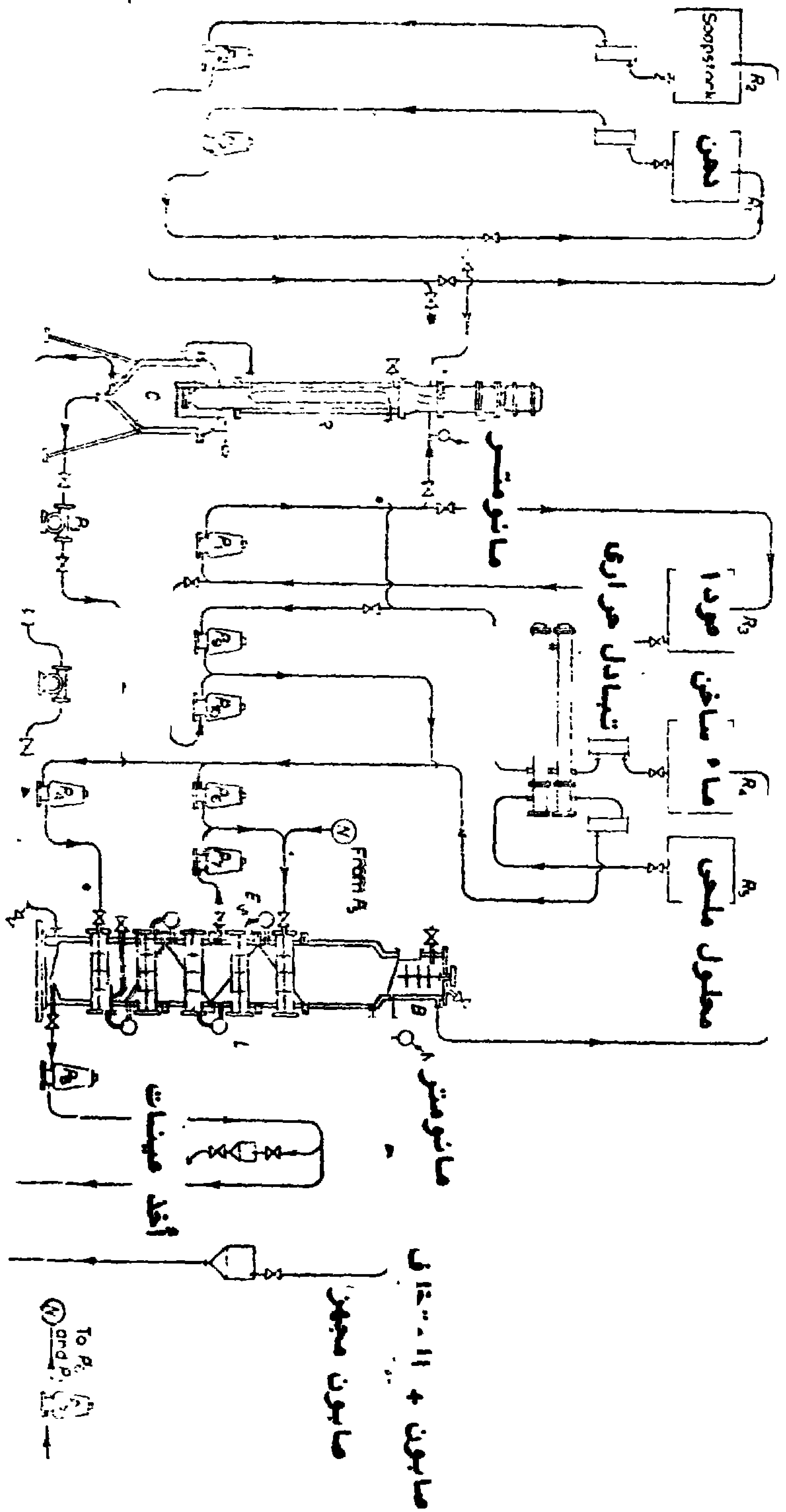
الطريقة المستمرة لصناعة الصابون :

تتبع الطريقة المستمرة continuous soapmaking فى بعض الدول الكبيرة، وفى هذه الطريقة يجرى التصبن بسرعة أو يجرى الغسيل باستخدام آلات الطرد المركزى بسرعة أو يستفاد من هاتين العمليتين السريعتين معاً . والطرق المعروفة فى هذا المجال هى طرق Monsavon و Sharples, و De Laval . ففى طريقة مونسافون يجرى الترسيب بتأثير الجاذبية الأرضية ، بينما فى الطريقتين الأخريتين يجرى الترسيب بقوة الطرد المركزى . وفى طريقة مونسافون يدفع الزيت ومحلول الصودا بواسطة مضخات فى طاحونة تعمل على تحويل المزيج إلى مستحلب للماء فى الزيت ، ويلى ذلك إمرار المستحلب فى أنبوبة أسطوانية مسخنة لإتمام التصبن ومنها إلى حوض حيث يبقى المزيج لمدة نصف ساعة تقريباً ، بعدها يدفع الصابون بواسطة مضخات إلى تانك الغسيل حيث يغسل خمس أو ست أو ثمانية مرات بواسطة ماء يمر فى اتجاه مضاد لاتجاه الصابون . وينتقل الصابون بعد ذلك إلى أحواض الترسيب حيث يتم فصل المخلوط إلى صابون و nigre خلال ٨ إلى ١٢ ساعة . وباستعمال حوضان للترسيب سعة كل منهما خمسون طناً يمكن الحصول على طنين من الصابون فى الساعة باتباع الطريقة المستمرة .

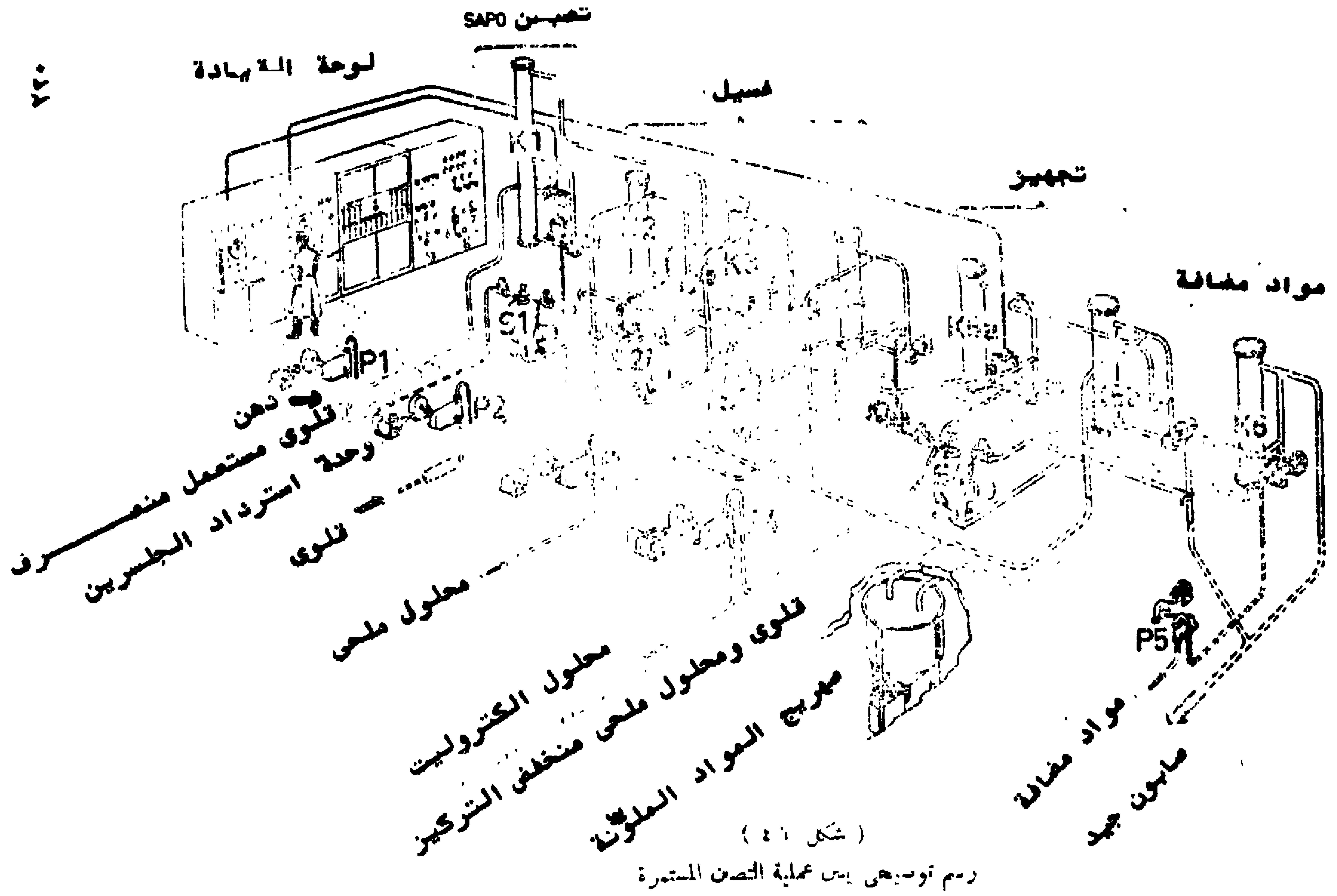


(شكل ٤٤)

رسم تخطيطي لمعدات مصبنة حديثة



(شكل ٤٥)
طريقة مونسافون المستمرة لصناعة الصابون

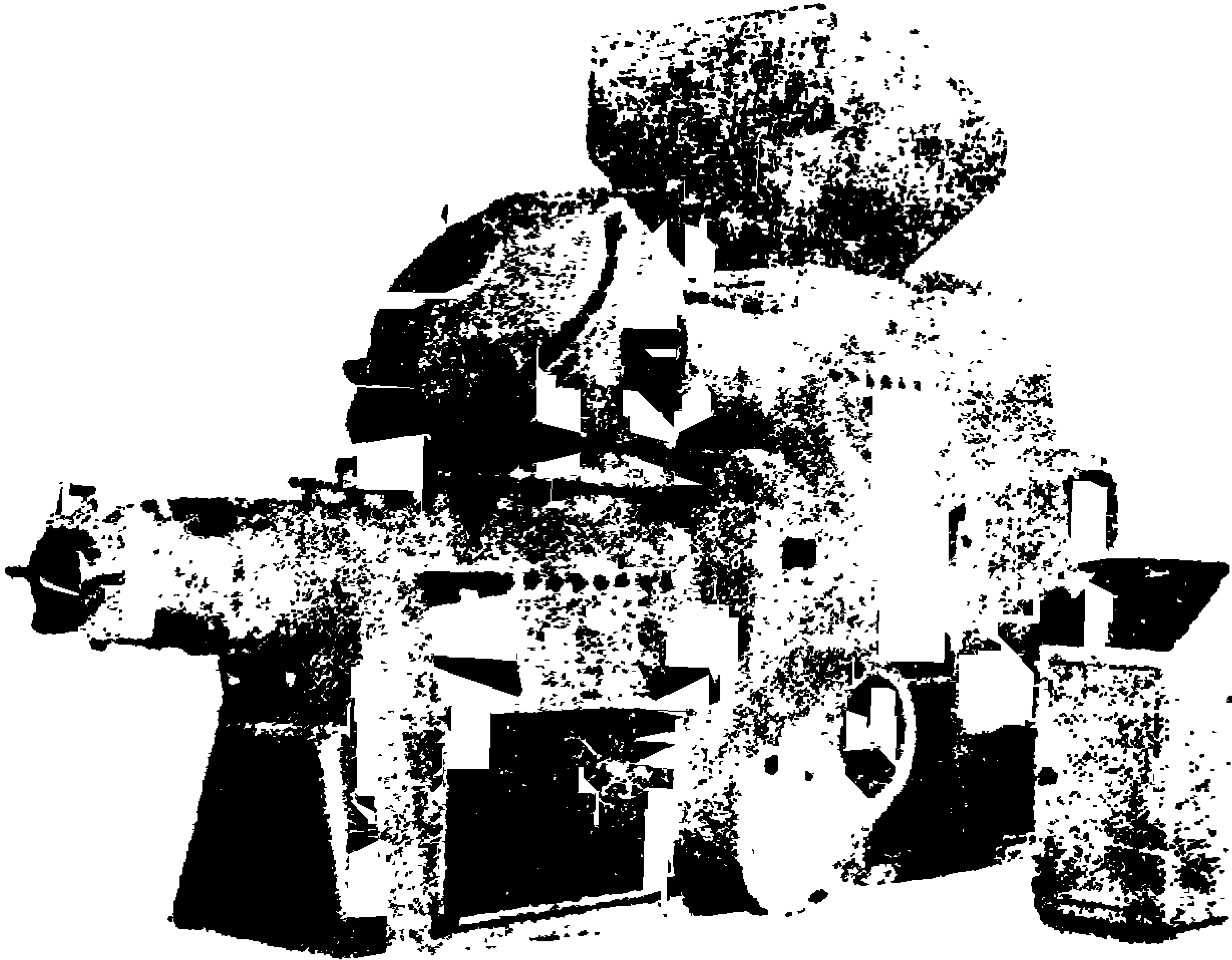


(شكل ٤٦)
رسم توضيحي يبين عملية التصبن المستمرة

وتمتاز الطريقة المستمرة بإنتاج صابون أفتح لوناً وأفضل رائحة ، غير أنها باهظة التكاليف . وحالياً أمكن استعمال الأحماض الدهنية فى صناعة الصابون بهذه الطريقة .

صابون التواليت :

يمرر الصابون المصنوع بالطريقة الساخنة المحتوى على حوالى ٣٣ فى المائة رطوبة بين سلندرين من الصلب ، أحدهما مبرد داخلياً ، لتحويله إلى شرائح شفافة لينة . وتقطع هذه الشرائح بواسطة إبرة من الصلب إلى أشرطة ضيقة يمكن كشطها من فوق السلندرات بواسطة مكشط أو سكينة حيث تتساقط هذه الأشرطة على غربال متحرك ينقلها إلى مجفف يخفض رطوبتها إلى حوالى ١١ فى المائة ، وتخرج الأشرطة من المجفف فى صورة هشة باستعمال ريشة تنقلها إلى خلاط وفى نفس الوقت تهشمها إلى قطع صغيرة . ويضاف لقطع الصابون فى الخلاط المعروف باسم amalgamator الكمية المناسبة من المواد العطرية والمواد الملونة والمواد المثبتة . وعقب الخلط الجيد

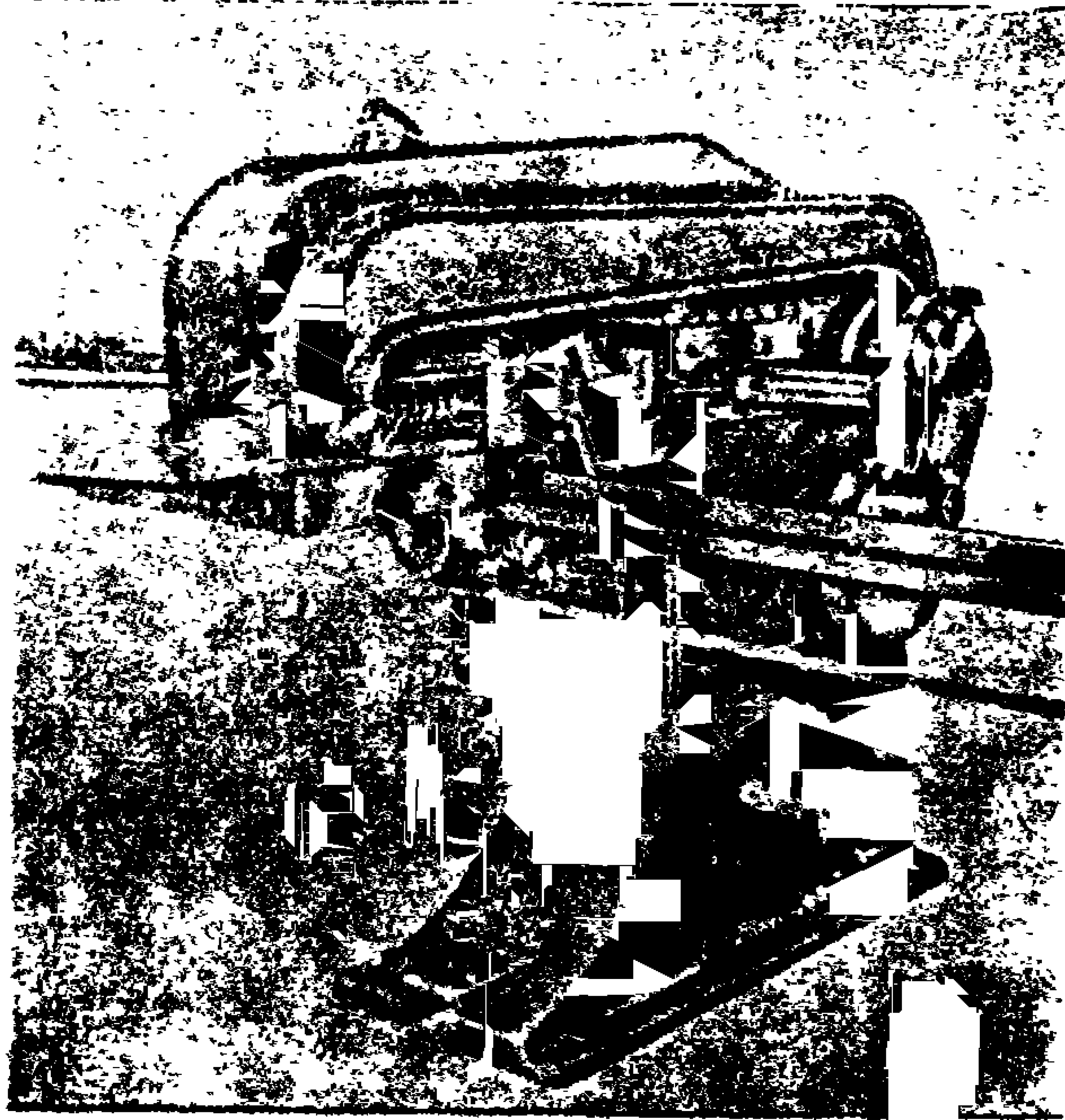


(شكل ٤٧)
مفرمة الصابون plodder

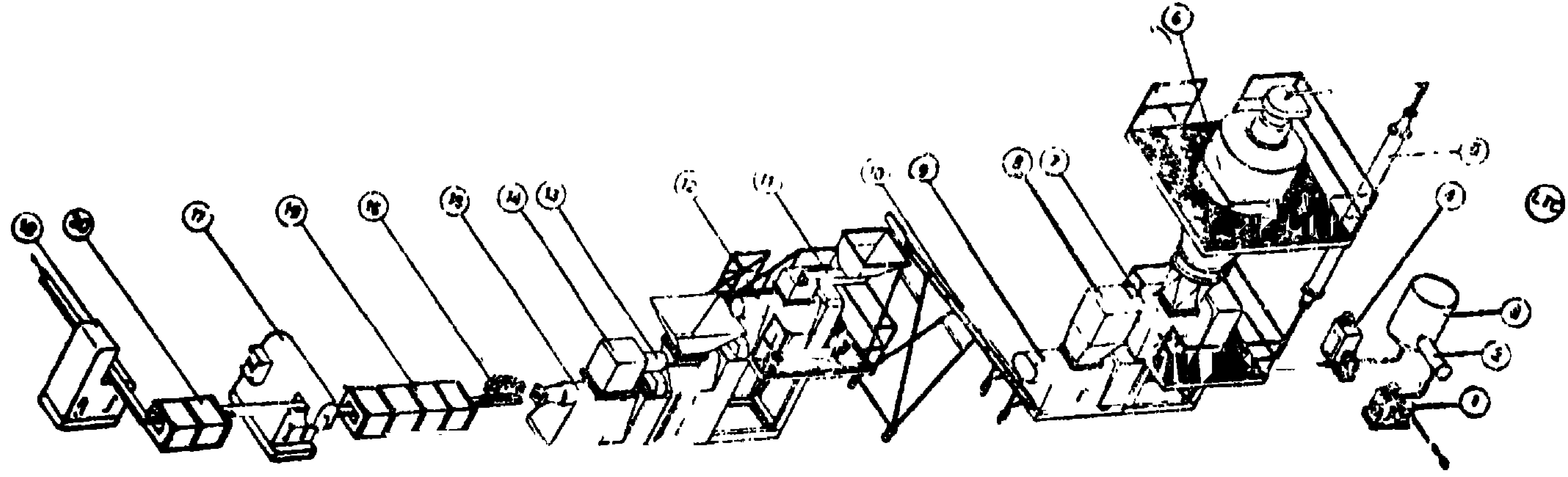
يطحن الصابون العطرى فى طاحونة ذات ستة سلندرات من الصلب أو الجرانيت فيتحول الصابون إلى شرائح مضغوطة أو إلى أقراص صغيرة ، وهذه يعاد كبسها بالأشكال المطلوبة باستعمال ماكينة أو عدة ماكينات شبيهة بفرمة اللحم . يلى ذلك ضغط الصابون بواسطة بريمة خلال قرص مثقب بأشكال محدودة فتأخذ قضبان الصابون شكل هذه الفتحات التى مرت خلالها ، ثم تقطع القضبان بالحجم المطلوب وتختم وتغلف وتعبأ فى الصناديق . والعمليات الأخيرة تجرى فى المصانع الكبيرة أوتوماتيكياً . ويعرف الصابون الناتج باسم Milled Toilet Soap .

الصابون الجاف :

لتحضير هذا الصابون المعروف باسم Floating soap يسخن الصابون الخام neat soap إلى درجة ٤٠٠° فهرنهيت تحت ضغط يبلغ ٧٠٠ رطلا على البوصة المربعة فتنخفض رطوبة الصابون إلى عشرين فى المائة بتأثير التجفيف الومضى (الخاطف)



(شكل ٤٨)
ماكينة لختم الصابون



(شكل ٤٦)

رسم توضيحي لمعدات صناعة صابون التواليت بالطريقة المستمرة الأوتوماتيكية

١ — مضخة ترشيح
٢ — مصفاة للصابون
٣ — صهريج التغذية
٤ — مضخة للتغذية
٥ — سخان
٦ — وحدة تبريد وتجفيف تحت ضغط منخفض
٧ — مفرمة أولى
٨ — غرفة مفرغة
٩ — مفرمة ثانية
١٠ — سير ناقل
١١ — وحدة إعداد أقراص الصابون
١٢ — خلاط مستمر آلى
١٣ — مفرمة ثالثة
١٤ — غرفة مفرغة
١٥ — مفرمة رابعة
١٦ — ماكينة تقطيع مستمرة
١٧ — ماكينة ختم الصابون
١٨ — ماكينة لف الصابون
١٩ ، ٢٠ — أنفاق التبريد

يلى ذلك تبريد الصابون فى جهاز فوتانور لخفض درجة حرارته flash drying . من ٢٢٠° إلى ١٥٠° فهرنهيت وتقطيعه طولياً إلى ثلاث شرائح . وبعد أن يبرد الصابون إلى درجة حرارة الغرفة يقطع بالأحجام المطلوبة وتختم القطع وتغلف .

ويمكن خفض درجة حرارة الصابون الخام إلى درجة حرارة قطع الصابون النهائية باستخدام طريقة Mazzoni Process للتجفيف السريع أو طريقة Meccaniche Moderne Process للتجفيف السريع تحت ضغط منخفض vacuum flashing .

كرات الصابون :

تحضر كرات الصابون Soap beads برش الصابون فى الهواء المسخن لدرجة ١٥٠° مئوية فى نفس الاتجاه أو عكس اتجاه الهواء فتتبخر رطوبة الصابون بحدوث إنفجار يؤدى إلى تكوين كرات ذات غشاء رقيق . وقد تسمى العملية هذه بالتجفيف بالرذاذ Spray drying كما قد تعرف باسم مخترعها Lamont process . ويمكن استخدام غازات أخرى بدلا من الهواء . والصابون الناتج يذوب بسرعة فى الماء .

مسحوق الصابون :

يحضر مسحوق الصابون Powdered soap بطحن شرائح الصابون الرقيقة soap flakes وتدريج المسحوق بتيار من الهواء وبالمناخل .

شرائح الصابون :

يمزج هذا الصابون عادة بمواد عطرية perfumes ومواد مثبتة stabilizers ومواد قلوية alkaline builders داخل خلاطات تعرف باسم Crutchers ويطلق على الصابون الناتج الاسم crutched soap الذى يمرر فيما بعد بين سلندرين معدنيين أحدهما أكبر حجماً ومبرد من الداخل فيتحول الصابون إلى حالة شبه جيلية. ويلى ذلك تقسيم صفائح الصابون الملتصقة بالأسطوانة المبردة ثم كشطها ونقلها على غربال متحرك إلى المجفف لخفض رطوبتها من ٣٠ فى المائة إلى ١٠ أو ١٥ فى المائة . وتمرر الشرائط فى بريمة دافئة فتتحول إلى قطع صغيرة رقيقة يطلق عليهما الاسم flakes أو chips وفى بعض الأحيان تمرر هذه القطع بين سلندرات معدنية لـكبسها أو طحنها .

مخاليط المنظفات :

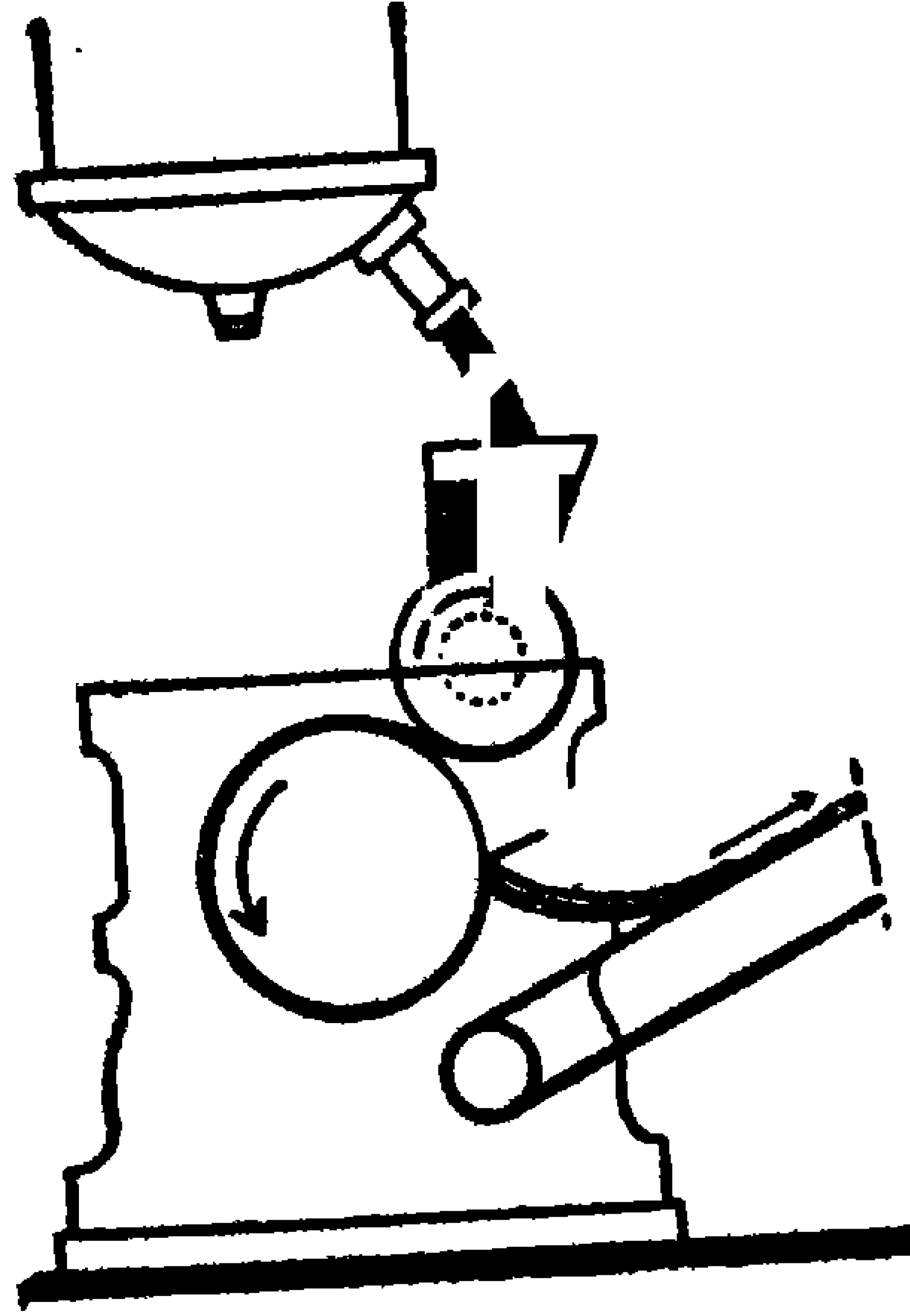
تحضر مخاليط تحتوى على حوالى ٢ إلى ٥ فى المائة من مادة منظفة صناعية مع قليل من المواد غير العضوية inorganic builders وكمية كبيرة من مواد جافة abrasives مثل السليكا وحجر الخفاف والفلسبار . وقد تضاف نسبة قليلة من مواد قصر اللون مثل فوق البورات perborate أو فوق الكبريتات persulfates أو فوسفات ثلاثى الصوديوم الكلورية . ويطلق على هذه المخاليط عادة الاسم Scouring Cleansers منظفات (مطهرات) بالفرك (صاقلات بالفرك)

قطع الصابون :

يصب الصابون الخام فى الخلاطات الرأسية أو الأفقية المسخنة بالبخار خارجياً والمزودة بمقلبات ، ويضاف إليه المواد العطرية والمواد المالئة والمواد الملونة وغيرها ، وتضبط سرعة التقليب ، كما قد يدفع جزء من الهواء فى الصابون لخفض وزنه النوعى إذا أريد تحضير الصابون الطافى ، وتضبط درجة الحرارة عند ٦٥° مئوية . وعقب انتهاء عملية الخلط تصب العجينة الناتجة من خلال صمام قرب قاع الخلاط فى إطارات حديدية frames تحيط بصوانى محملة على عربة تنقل الصابون إلى غرف مبردة حيث يخزن لمدة ثلاث إلى ثمانى أيام حتى يتصلب قوام الصابون فتزال الإطارات stripping وتقطع ألواح الصابون بواسطة اسلاك أفقية رفيعة منتظمة الأبعاد أو بالماكينة slabbing machine إلى قضبان طويلة يمكن تقطيعها فيما بعد إلى مستطيلات أو مكعبات cakes ويعقب ذلك تجفيف قطع الصابون على درجة ٤٠° مئوية لمدة اثنى عشر ساعة أو على درجة ٨٥° مئوية فى مجففات النفق . والخطوات الأخيرة فى الصناعة هى ختم قطع الصابون ولفها وتعبئتها فى الصناديق .

مساحيق الغسيل:

تحضر مساحيق الغسيل Washing powders باستخدام طريقة تبلور الرذاذ spray crystallization وفيها يمزج الصابون الخام Kettle soap برماد الصودا soda ash والماء ويتساقط المخلوط على هيئة رذاذ دقيق فى مجفف الرذاذ



(شكل ٥٠)
ماكينة تبريد

فيتعرض المخلوط لتجفيف قليل بينما يمتص رماد الصودا الماء أثناء التبريد ويتبقى هذا في صورة ماء تبلور . ومن هنا جاء الأسم « تبلور الرذاذ » .

الصابون المحضر بالطريقة الباردة وبالطريقة نصف الساخنة :

في الطريقة نصف الساخنة لصناعة الصابون Semiboiled soaps يوضع في الخلاط الرأسي المسخن بالبخار خارجياً كمية محدودة من الزيت وأخرى من محاول الصودا الكاوية في الماء وتمزج المكونات معاً بشدة فيستمر التصبن وتزداد سرعته تدريجياً بتأثير الحرارة المتولدة عن التفاعل . وفي الطريقة الباردة يتم التصبن ببطء دون استخدام الحرارة . وفي كلي هاتين الطريقتين لا ينفصل الجليسرين . وعادة تتبع هاتان الطريقتان في صناعة الصابون اللين soft soap وهو صابون البوتاسا الذي يعزى اسمه إلى ليونة قوامه بسبب إحتوائه على حوالي ٤٠ في المائة رطوبة . وقد تستخدم هاتان الطريقتان أيضاً في صناعة صابون الصودا الذي يستخدم في صناعته زيت جوز الهند بمفرده أو مخلوطاً بقليل من زيوت أخرى .

الصابون السائل :

يحضر الصابون السائل Liquid soap مثل Soap shampoos أو dispenser soaps بتخفيف الصابون البوتاسى المحضر بالطريقة نصف الساخنة بالماء . والشائع هو استعمال صابون زيت جوز الهند أو صابون زيت الزيتون . وللمحافظة على الصابون السائل فى حالة رائقة طول فترة التخزين يلزم تبريد وترشيح محلول الصابون المخفف . ويضاف للصابون السائل المحتوى على نسبة عالية من الصابون بعضاً من الكحول لمنع تجمده أثناء التبريد . وتضاف المواد العطرية والملونة إلى الصابون السائل قبل تعبئته فى الزجاجات مباشرة .

الخواص الطبيعية لمحلول الصابون :

يذوب الصابون فى الماء بقلة على درجة الحرارة العادية . مثال ذلك ذوبان أوليات الصوديوم بنسبة ١٫٥ فى المائة على درجة ١٨° مئوية . وترتفع نسبة الذوبان بسرعة بارتفاع درجة الحرارة . وصابون الأمونيا أسرع ذوباناً من صابون البوتاسا ، والأخير بدوره أسرع ذوباناً من صابون الصوديوم .

ينخفض الجذب السطحى للماء بسرعة عند إضافة الصابون الذائب إليه ، كأن ينخفض من ٧٣ داين dynes للسنتيمتر المربع على درجة ٢٠° مئوية إلى ٢٤٫٣ داين على درجة ٢٠° مئوية عند إذابة أوليات الصوديوم فى هذا الماء النقى بنسبة ٠٫٠٠٢ أساسى .

تتأثر لزوجة محلول الصابون بدرجة الحرارة وبتركيز المحلول . ويتأثر ثبات المحلول بوجود نسبة ضئيلة من الألكتروليتات فى المحلول . والصفات الأسموزية للمحلول تقع وسطاً بين محاليل الألكتروليات ومحاليل غير الألكتروليات .

لمحاليل الصابون المائية قدرة كبيرة على توصيل التيار الكهربائى ، وتزداد هذه القدرة بزيادة تركيز المحلول . ويعلل ذلك بوجود الحالة الغروية فى التركيزات المرتفعة ، بينما فى التركيزات المنخفضة توجد جزيئات الصابون فى صورة الكتروليات بسيطة .

وقد أثبت الفحص الميكروسكوبى وجود الصابون المائى فى ستة صور هى : بللورات صابون صلبة ، بللورات صابون سائلة ، وجل صابون soap gels ، ومحلول صابون ، soap curd ، soap fibers (خثارة صابون وألياف صابون)

الفصل الثالث

المنظفات والمطهرات الصناعية

المنظفات والمطهرات الصناعية

كثير من المواد لها القدرة على خفض مقدار الجذب السطحى فى محاليلها المائية ، ومنها مواد الاستحلاب emulsifying agents ومواد الترطيب wetting agents ومواد الإنتشار dispersing agents والمنظفات detergents . والصابون القدرة على خفض الجذب السطحى ، نظراً لإحتوائه على جزء غير قطبى nonpolar وهو السلسلة الإيدروكربونية وجزء قطبى polar وهو مجموعة الكربوكسيل المتفاعلة مع المعدن ، فالمجموعة غير القطبية لا تذوب فى الماء ولذا فهى تسبب دفع السلسلة الإيدروكربونية خارج المحلول مما يؤدى إلى تجمع الصابون عند سطح الإتصال بين الماء والهواء ، وهذا يؤدى بدوره إلى خفض مقدار الجذب السطحى . ففى الطبقة السطحية توجد المجاميع الكربوكسيلية المستبدلة بالمعدن فى جزيئات الصابون ذائبة فى الماء بينما تمتد سلاسل الإيدروكربون فى الهواء بنظام متوازى . وفى حالة وجود الزيت تتوزع جزيئات الصابون بنظام آخر حيث تذوب المجموعة القطبية فى الماء بينما تذوب السلسلة الإيدروكربونية فى الزيت ، وهذا يؤدى إلى خفض مقدار الجذب بين سطحى السائلين interfacial tension . ويعزى فعل التنظيف إلى توزيع هذه الجزيئات بالإضافة إلى الخواص الغروية . وهناك خواص أخرى تؤثر فى فعل المنظفات وهى وجود الشحنات الكهربائية والقدرة على الاستحلاب والذوبان .

أول المنظفات الصناعية كان عبارة عن كحولات دهنية مكبرتة sulfated fatty alcohols وقد سميت بأملاح الإسترات الكبريتية للكحولات الدهنية طويلة السلسلة . ومن أوائل المخترعين فى هذا المجال Schrauth الذى استخدم الحرارة والضغط المرتفعين فى اختزال الدهون أو مشتقاتها إلى كحولات دهنية . ومن أشهر المنظفات الصناعية التى عرفت من قديم الزمن ما يلى :

عام ١٩١٦ Lionil S	benzyl derivative of naphthalenesulfonate
عام ١٩١٧ Nekal A	diisopropylnaphthalenesulfonate
عام ١٩٢٩ Igepon A	fatty acid ester of sodium isothionate

عام ١٩٣٠ Igepon T	Sodium N-methyl-N-oleyl taurate
عام ١٩٣٠ Leonil OX	ethoxylated fatty alcohol
عام ١٩٣٣ Igepal NA	alkylarylsulfonate
عام ١٩٣٥ Igepal C	ethoxylated alkylphenol
عام ١٩٣٥ Alipal B	sulfated ethoxylated alkylphenol

وقد توالت الإكتشافات فى هـذا المجال حتى أصبح العديد من هذه المنظفات معروفاً الآن . وتقسم المنظفات الصناعية عادة إلى أربعة أقسام هى المنظفات الأنيونية anionic surfactants والكاتيونية cationic وغير الأيونيـة nonionics والأمفوتيرية amphoterics . وتقسم المنظفات الأنيونية إلى قسمين ، أولهما يتميز بالإرتباط المباشر بين مجاميع الهيدروفوبيك والهيدروفيليك . وثانيهما تنفصل فى جزيئاته هاتان المجموعتان عن بعضهما بواسطة مجموعة حلقية أو أكثر .

١ ــ المنظفات الأنيونية :

وهذه تتضمن :

(أ) أملاح الأحماض الكربوكسيلية Carboxy Acid Salts :

١ ــ المجموعة الكربوكسيلية متصلة بالمجموعة الهيدروفوبية مباشرة . ويتبع هذه المجموعة أساساً الأملاح الذائبة فى الماء للأحماض الدهنية المنتشرة فى الطبيعة ، وهى المعروفة باسم الصابون . ويدخل ضمن هـذه المجموعة أيضاً أملاح أحماض rosin acids (القلفونية) .

٢ ــ المجموعة الكربوكسيلية متصـلة بالمجموعة الهيدروفوبية بطريق غير مباشر . ويتبع هـذه المجموعة المركبات المعروفة باسم Medialan وهى تحضر بتفاعل كلوريدات الأحماض الدهنية مع الأحماض الأمينية مثـل الساركوزين sarcosine :

ك١٢ يد٢٥ ك ا كل + يد ن ك يد٢ ك ا ا يد ← ك١٢ يد٢٥ ك ا ن ك يد٢ ك ا ا يد

(مع ك يد٣ متصلة بذرة ن فى كل من المتفاعل والناتج)

+ يد كل

ويتبع هذه المجموعة أيضاً المركبات المعروفة باسم Lamepons التي تحضر بتكثيف كلوريدات الأحماض الدهنية مع هيدرولبزات المخلفات البروتينية . وهذه المواد تستخدم بكثرة فى صناعة الشامبو ومواد التجميل بسبب خفة تأثيرها على الجلد لكنها تترسب فى الماء العسر بدرجة أكبر من كبريتات الألكيل أو السلفونات .

والمنظفات المعروفة باسم Emulphor STH-type تحضر باستعمال كلوريد السلفونيل بدلا من كلوريد الحامض الدهنى فى التفاعل مع الحامض الأمينى . وهى مركبات ذات قوة استحلاب كبيرة ومانعة للصدأ والتآكل .

(ب) أملاح الأسترات الكبريتية Sulfuric Ester Salts :

١ — المجموعة الأستيرية الكبريتية متصلة بالمجموعة الهيدروفوبية مباشرة . ويتبع هذه المجموعة المركبات المعروفة باسم gardinols وهى أملاح إسترات كبريتية للكحولات الأليفاتية الأولية أو الكحولات المكبرتة . وتحضر الكحولات الدهنية من الأحماض الدهنية باختزال الأخيرة على درجة حرارة وضغط مرتفعين فى وجود عامل ملامسة :

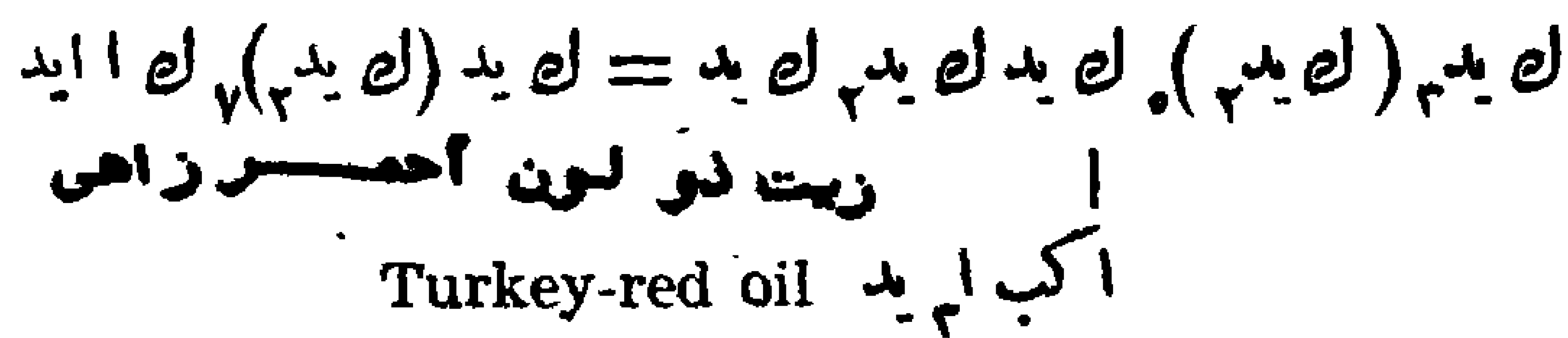


ومن أشهر هذه المنظفات مادة التيبول Teepol وهى عبارة عن secondary alkyl sulfate مشتقة من أوليفينات مستقيمة السلسلة بها عدد من ذرات الكربون يتراوح بين إثنى عشر وثمانية عشر . وهذه المادة تعتبر أرخص المنظفات مقارنة بالمنتجات البترولية الأخرى ، كما أن فعلها فى التنظيف قوى بسبب احتوائها على الرابطة المزدوجة قريبة من الوضع ألفا .

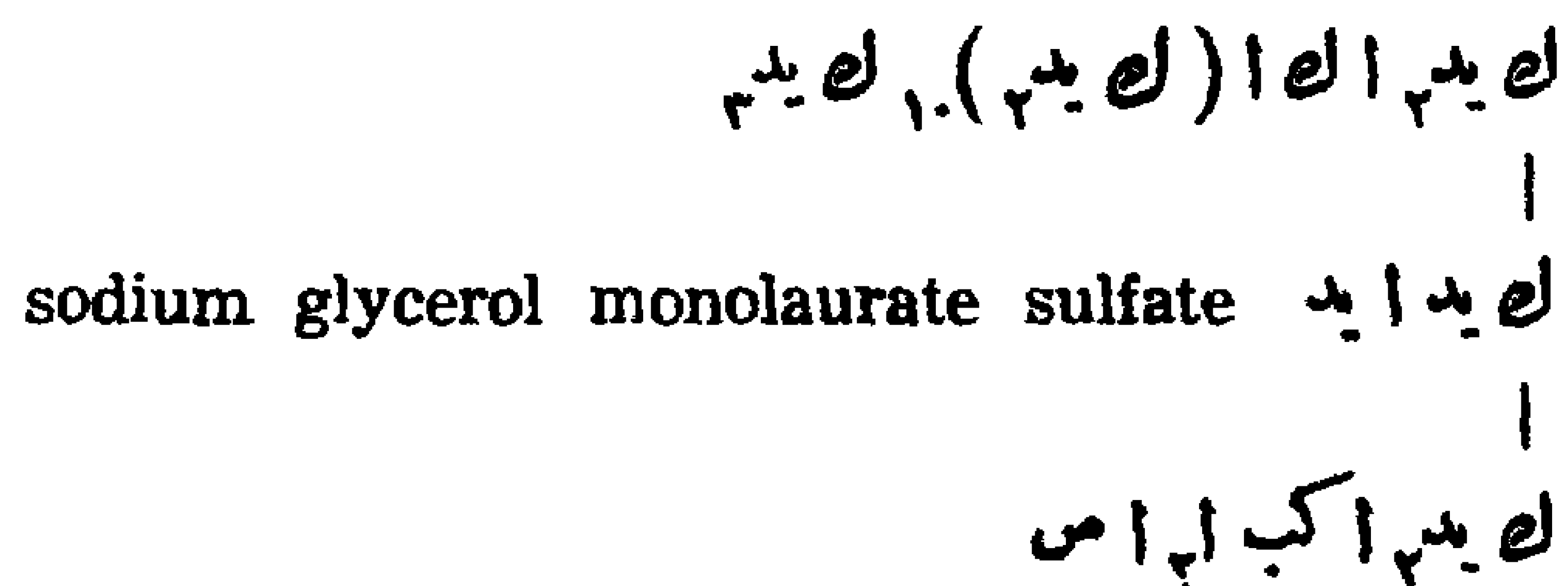
من الكحولات الصناعية المستخدمة بكثرة فى صناعة المنظفات والمطهرات مادة الترجيتول Tergitol Anionic 08 المحضرة بتكثيف البيوتيرالدهيد والتجفيف والإختزال والكبرتة .

ويستعمل فى هذه المجموعة أيضاً بعض الزيوت المسلفنة . وتحضر بعض المركبات الجيدة الخاضعة لهذه المجموعة بأسترة الأحماض الدهنية الإيدروكسيلية أو غير المشبعة

بكحولات أحادية قصيرة السلسلة ثم كبرتتها . ومن هـذه المركبات الأفيرول Avirol AHX . كذلك أمكن تحويل بعض الأحماض الحرة المحتوية على رابطة مزدوجة أو مجموعة إيدروكسيلية إلى أميدات ثم كبرتتها . ومن أمثلة هذه المركبات الأخيرة الهيوميكتول Humectol CX ، فهذا المركب عبارة عن أميد ثنائى البوتايل المشابه لحامض الأوليك المكبرت والمعدل sulfated and neutralized diisobutyl amide of oleic acid وفى هذا المركب يلاحظ وجود المجموعة الهيدروفيلية فى منتصف الجزىء .



٢ — مجموعة حامض الكبريتيك متصلة بالمجموعة الهيدوفوبية إتصالا غير مباشر . ومن أمثلة هذه المجموعة الجليسريدات الأحادية المكبرتة لأحماض جوز الهند الدهنية ، وهى مواد جيدة الفعل فى التنظيف وأثرها على جلد الإنسان مقبول ، لكنها تتحلل بسهولة .



وهناك المركبات المعروفة باسم أليبال Alipal B التى تتميز بكونها أكثر ثباتاً من سابقتها فلا تتحلل بسهولة وذلك لاحتوائها على رابطة إيثيرية بدلا من الرابطة الإسترية ، وهى تحضر من فينولات الألكيل بعمليتى ethoxylation and sulfation ومن عيوب هذه المركبات الأخيرة أنها تتحلل عند التجفيف فى مجففات الرذاذ . ومن مركبات هذه المجموعة أيضاً الشائعة الاستعمال حالياً مشتقات sulfated ethoxy للكحولات الدهنية ، ومن أمثلتها مركبات التريتون Triton

المحضرة بتكثيف ثنائى أو ثلاثى البيوتيلين المشابه مع الفينول ثم معاملة الناتج بعمليتى ethoxylation ، sulfation

ومن مركبات هذه المجموعة أيضاً Waschmittel E المحضرة بكبرتة أميد أحادى الأيثانول monoethanolamide لأحماض جوز الهند الدهنية .

(ح) أملاح حامض السلفونيك Alkane Sulfonic Acid Salts

١ — مجموعة حامض السلفونيك متصلة بالمجموعة الهيدروفوبية مباشرة . ويتبع هذه المجموعة المركبات المحضرة باستخدام تفاعل ريد Reed reaction ، ومنها المنتجات المعروفة باسم Mersols . وقد عدل هذا التفاعل فى طريقة هوستابون Hostapon process المتضمنة تفاعل البارافينات مع ثانى أكسيد الكبريت والأكسيجين. ويؤدى استبدال الكلور بالأوكسجين إلى تكوين حمض السلفونيك فى مرحلة واحدة .

٢ — مجموعة حامض السلفونيك متصلة بالمجموعة الهيدروفوبية بطريق غير مباشر . ويتبع هذه المجموعة الناتج المعروف باسم Igepon A المحضر بأسترة حمض الأوليك أو بعض الأحماض الدهنية الأخرى بملح الصوديوم المشتق من حامض isethionic acid **(حمض الكبريت)**.

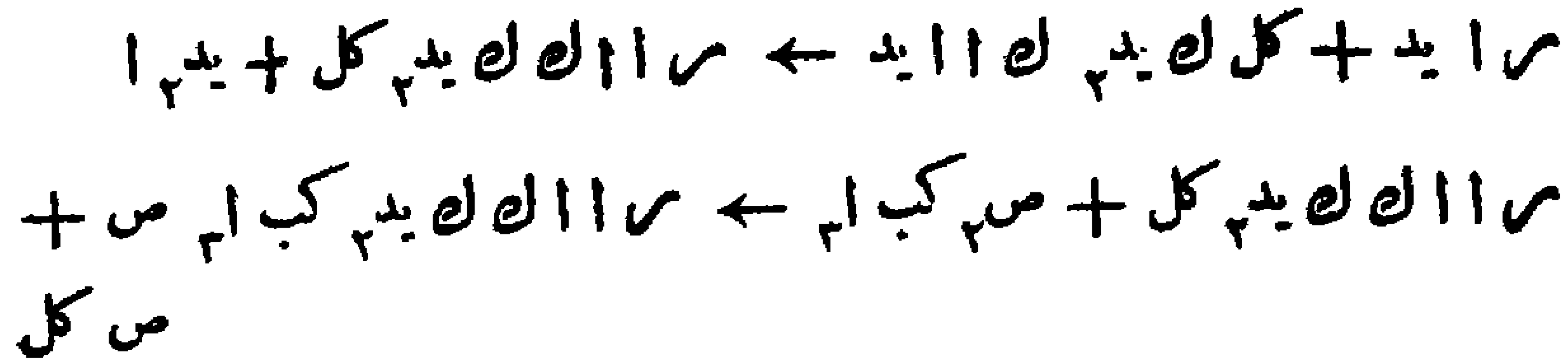
س ك ا كل + يد ا ك$_٢$ يد$_٤$ كب ا$_٣$ ص ← س ك ا ا ك$_٢$ يد$_٤$ كب ا$_٣$ ص + يد كل

وهذا المركب جيد الفعل فى التنظيف لكنه سريع التحلل . أما المركب Igepon T فأكثر ثباتاً بسبب استبدال الرابطة الإستيرية فيه برابطة أميدية قوية وهو يحضر من الأحماض الدهنية والتورين taurine .

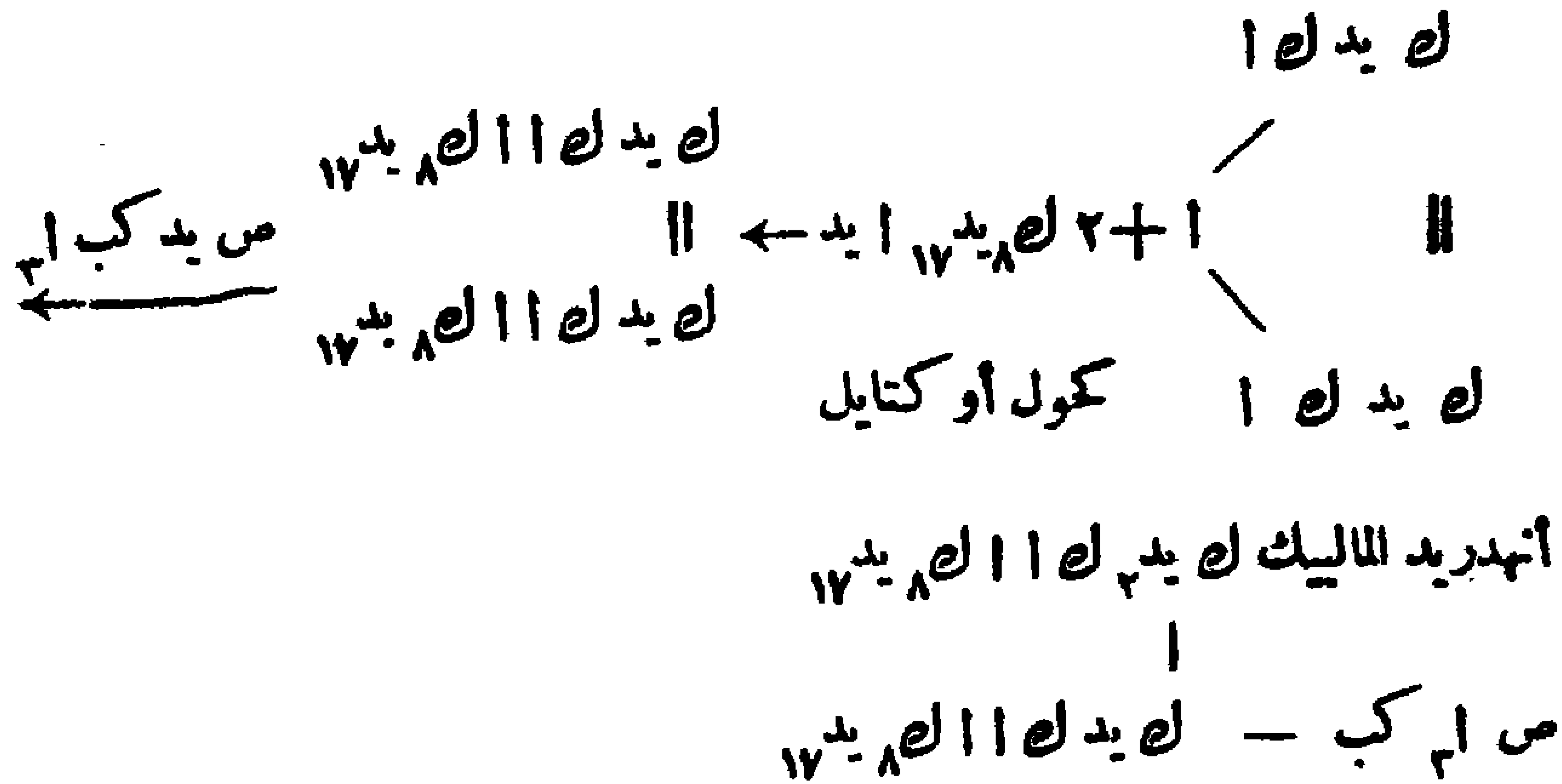
س ك ا كل + يد ن (ك يد$_٣$) ك$_٢$ يد$_٤$ كب ا$_٣$ ص ←
س ك ا ن (ك يد$_٣$) ك$_٢$ يد$_٤$ كب ا$_٣$ ص + يد كل

وهذا المركب الأخير يستعمل بكثرة حالياً فى صناعة النسيج وفى الغسيل المنزلى وفى صناعة واد الزينة .

ويحضر المركب المعروف تجارياً باسم Nacconol LAL بتفاعل الكحول الدهنى بدلا من الحامض الدهنى مع حمض الكلوروخليك ثم معاملة الإستر الكلورى الناتج بكبريتيت معدن قلوى .



وهذا المركب يستعمل بكثرة فى صناعة مواد التجميل . ومن المركبات الشهيرة ما يعرف تجارياً باسم Aerosols ، وهى تحضر بتفاعل استرات حمض الماليك maleic acid esters مع البيكبريتيت :

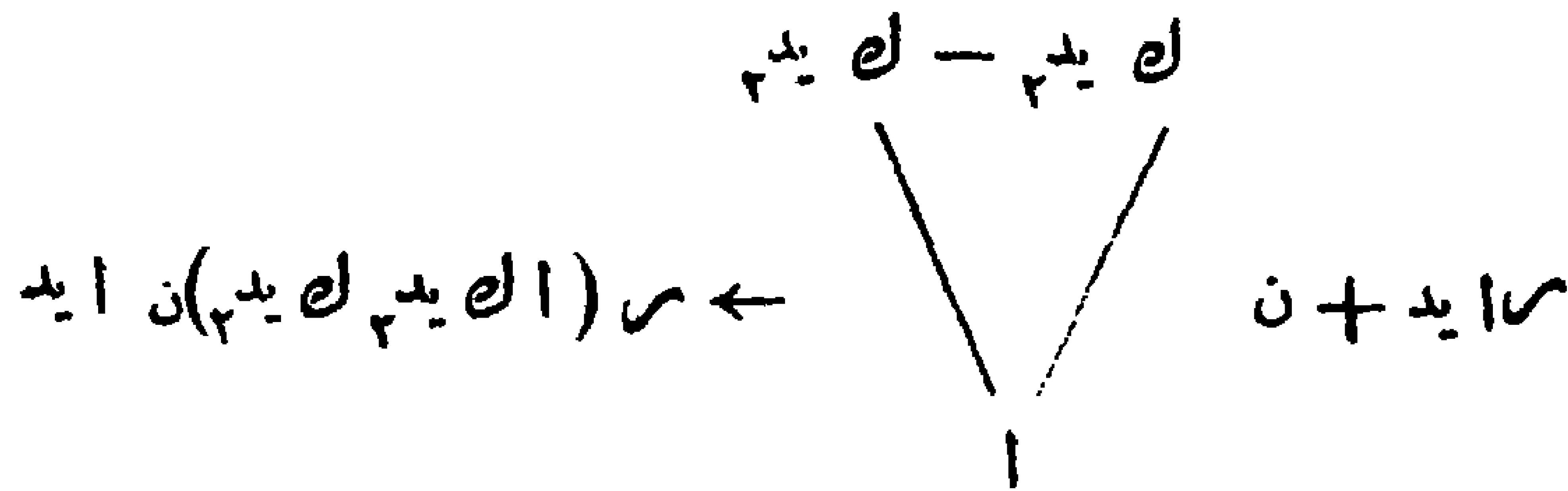


(Aerosol OT) Dioctylsodium sulfosuccinate

٢ — المنظفات غير الايونية :

يوجد فى الطبيعة العديد من المركبات غير الأيونية ذات الفعل المنظف المطهر ، مثل الجليكوزيدات ، ومنها السابونين . فبإدخال العدد الكافى من المجموعات القطبية غير المتأينة مثل — ا — ، — ا يد ، — كب يد ، — ن يد — ، — ك اا — ، — ك ا ن يد — فى جزىء هيدروفوبى يصبح المركب قابلاً للذوبان فى الماء . وتحضر أشهر مركبات هذا القسم بتفاعل مركب هيدروفوبى يحتوى على ذرة أكسيجين نشطـــة مـع أكسيد الإيثيلين أو أى أكسيد الكيلين

مناسب alkylene oxide . وأكثر الخامات استخداما هى الكحولات الدهنية أو الأحماض الدهنية أو الألكيل فينول .



وهذه المركبات الناتجة ذات قدرة جيدة على التنظيف والاستحلاب ، لكنها فقيرة الرغوة . وتسمى المنتجات الألمانية المحضرة من الكحولات الدهنية بالإمين Peregal O ، Leonil O أما المركبات المحضرة باستعمال الأحماض الدهنية فتتبع مجموعتى Soromine ، Emulphor ، ويطلق على منتجات الألكيل فينول الاسم Igepal C . وفى أمريكا تحضر بعض المركبات باستعمال tall oil زيت الصنوبر الراتنجى .

تحضر هذه المركبات فى صورة سائلة أو على هيئة عجينة . وقد أمكن حديثاً تحضير مركبات صلبة مكونة من سلسلة أكسيد البولى بروبلين التى يتصل بها سلسلة أكسيد بولى إيثيلين ، ولا يقل الوزن الجزيئى لسلسلة أكسيد البولى بروبلين عن ألف ، كما أن نسبة أكسيد الإيثيلين تبلغ سبعين فى المائة ، ولهذه المركبات نقطة إنصهار تتراوح بين ٥١ ، ٥٤° مئوية ، ويطلق عليها الاسم التجارى Pluronics .

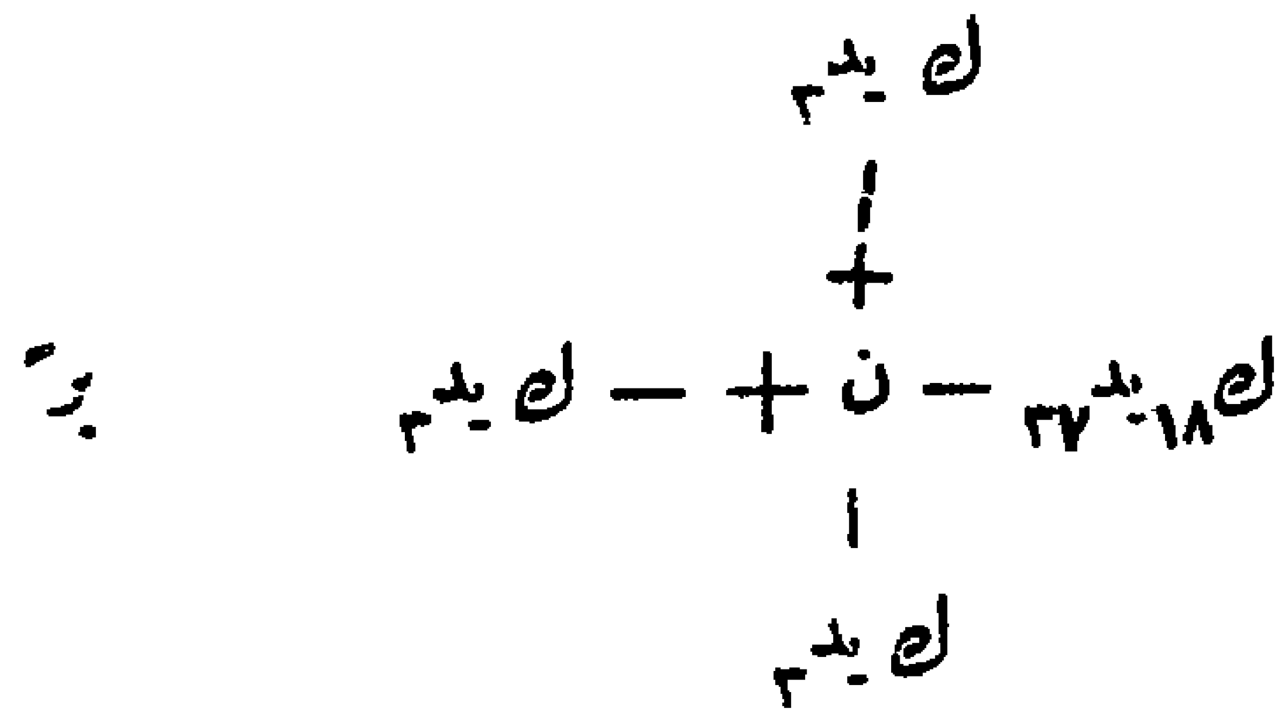
٣ — المنظفات الكاتيونية :

فى هذه المركبات توجد المجموعة الهيدروفوبية ضمن الكاتيون ، بينما فى المركبات الأنيونية السابقة يوجد الجزء غير الذائب فى الماء من الجزىء ضمن الأنيون . ومن أمثلة هذه المركبات بروميد الأمونيوم والأوكتاد سيل Octadecyl ammonium bromide (ك١٨ يد٣٧ ن يد٣)+ بر- وهذه المركبات رديئة الفعل فى التنظيف بسبب ترسيب الكاتيون المرتفع الوزن الجزيئى المحمل بالشحنة الموجبة على الأقمشة التى Peregalo تكون فى أغلب الأحوال ذات شحنة سالبة . ولنفس السبب أيضاً تعتبر هذه المركبات ذات

أثر جيد فى التطهير والترطيب . وأكثر المطهرات فى هذا القسم استخداما هى المشتقات النتروجينية التى تقسم عادة إلى الأقسام التالية :

(ا) الأمينات وأملاح الأمونيوم الرباعية :

هذه المركبات ثابتة وفعالة وسريعة الذوبان ، وهى تتميز باحتوائها على ذرة كربون رباعية التكافؤ :



وليس للأمينات الأولية والثانية أهمية تذكر بسبب احتوائها على إيدروجين حر على ذرة النتروجين مما يظهر إصفرار الأقمشة .

(ب) الأميدو أمينات :

تحضر هذه المركبات بتفاعل حمض دهنى أو جليسريد مع بولى أمين قصير السلسلة ويطلق عليها اسم الخلات أو الهيدروكلوريدات ، وهى تستعمل بكثرة فى مصانع النسيج .

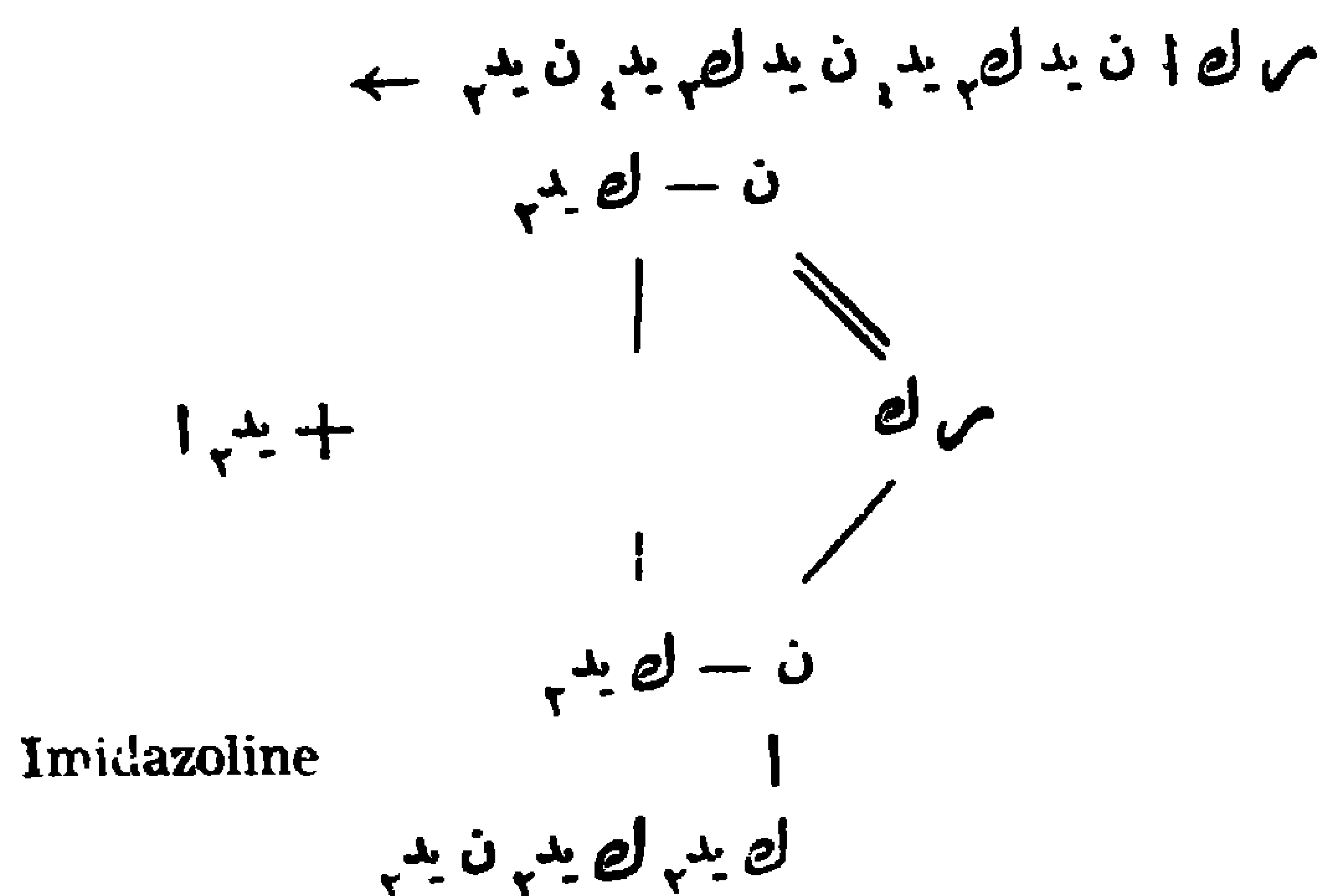




ومن أمثلة هذه المركبات المادة المعروفة تجارياً باسم Sapamine .

(ح) الإميدازولينات :

هذه المركبات تتميز على سابقتها — فى القسم السابق — بسرعة ذوبانها وانخفاض نقطة إنصهارها . وتحضر هذه المواد من بعض الأميدو أمينات amidoamines بمعاملتها بالحرارة العالية .



(ى) الإسترات الأمينية :

تحضر هذه المركبات بتفاعل هيدروكلوريدات الكحولات الأمينية مثل ثنائى الإيثانول أمين diethanolamine مع الأحماض الدهنية أو كلوريدات الأحماض الدهنية .



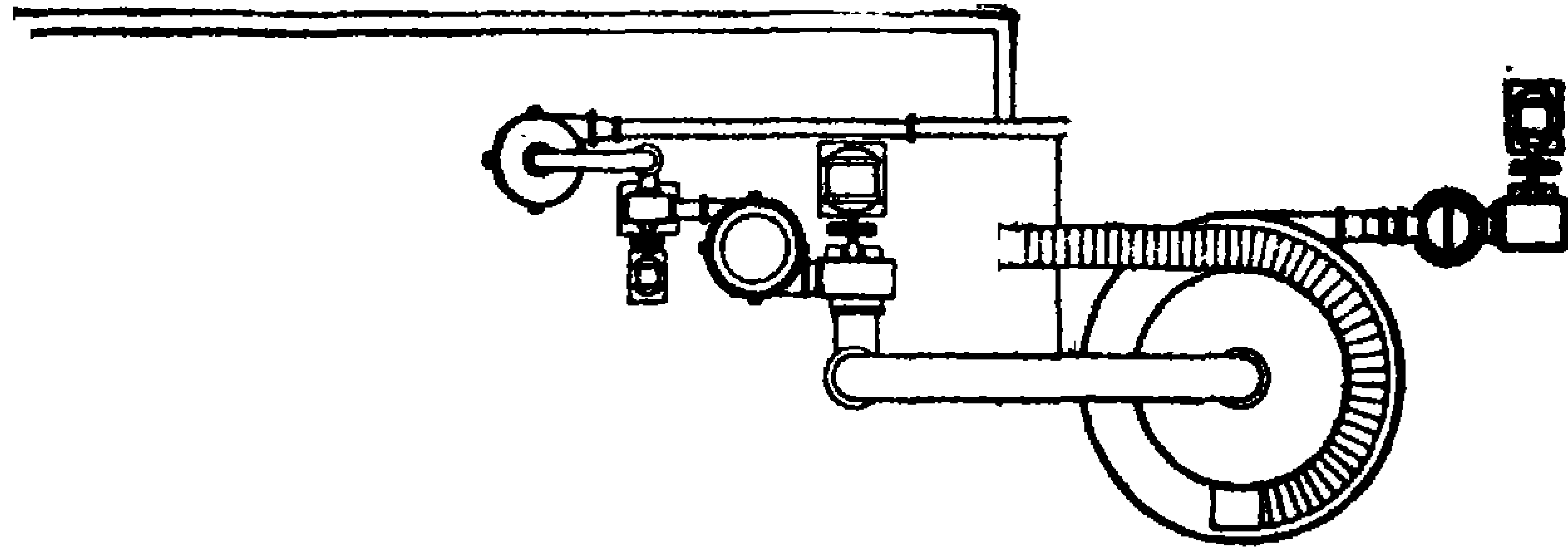


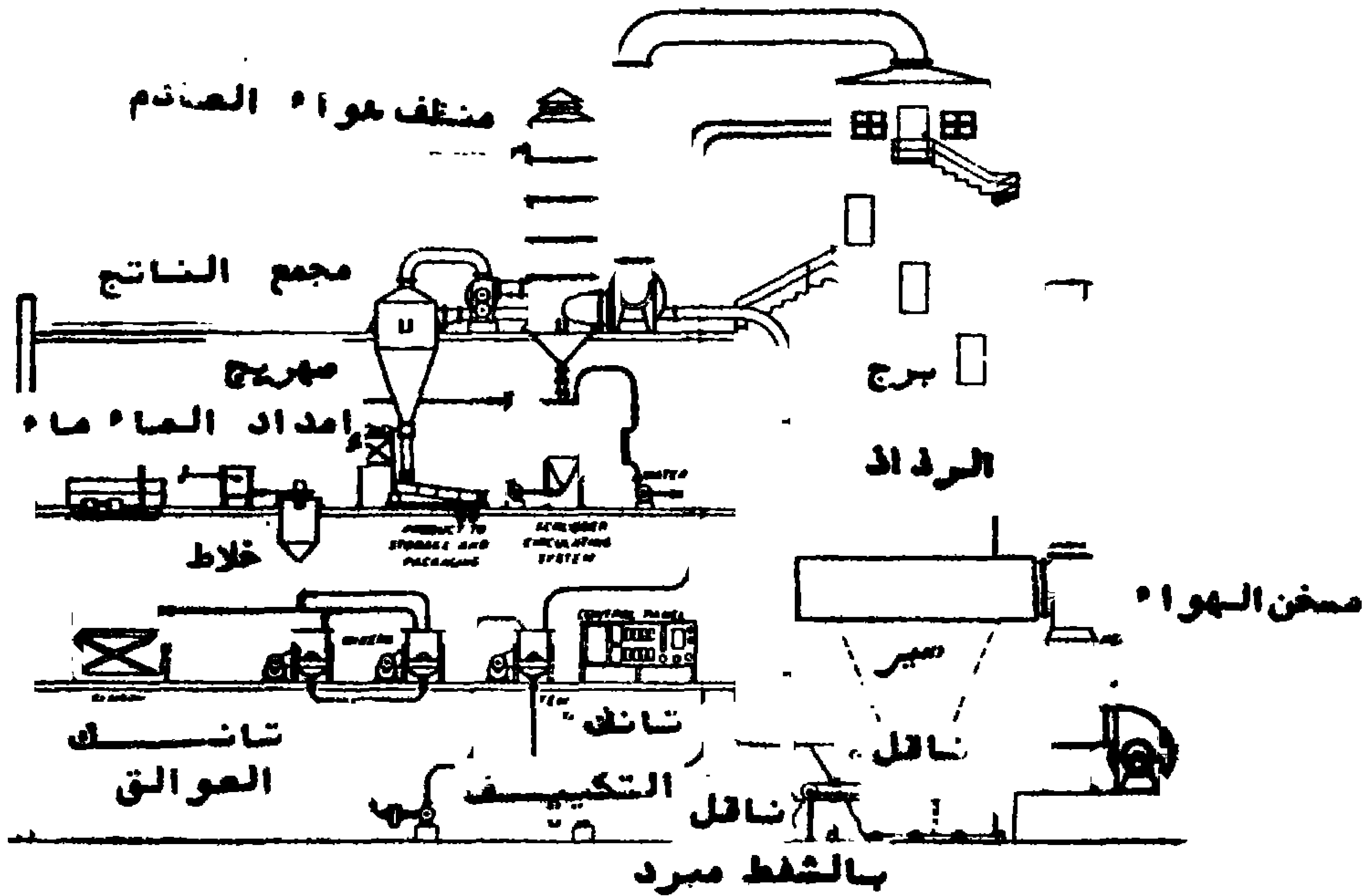
وهذه المركبات سهلة الذوبان جداً ، ومن أمثلتها المركبات المعروفة تجارياً باسم Soromine ، ومنها المركب Soromine A-Base المحضر من حمض الاستياريك وثلاثى الإيثانول أمين ، والمستعمل فى صورة خلات أو فورمات :











(شكل ٥١)

رسم تخطيطي لمصنع المنظفات الصناعية بطريقة الرذاذ المستمرة

٤ ـــ المنظفات الأمفوتيرية :

لهذه المركبات خواص المواد الأنيونية والكاتيونية ، ومن أمثلتها الأحماض الأمينية طويلة السلسلة مثل ك$_{١٢}$ يد$_{٢٥}$ ن يد ك يد$_{٢}$ ك يد$_{٢}$ ك ا ا يد . فني الوسط القاعدى تأخذ هذه المركبات صفات المواد الأنيونية ، بينما فى الوسط الحامضى تأخذ صفات المواد الكاتيونة . ولهذا تسمى هذه المواد zwitterions . وتحدد نقطة التعادل الكهربائى قيمة pH التى عندها تظهر الخواص الأنيونية أو الكاتيونية .

الفصل الرابع

زيوت الطلاء ودهون التشحيم والشموع وغيرها

زيوت الطلاء ودهون التشحيم والشموع وغيرها

زيوت الطلاء

تتميز بعض الزيوت ذات العدد الوفير من الروابط غير المشبعة ، مثل زيوت linseed ، perilla ، hempseed ، بجفافها عند تعرضها للجو . فهذه الظاهرة يمكن إسراع حدوثها بمعاملة الزيوت بالحرارة أو بالأكسدة الهوائية أو بكليهما ، وبذلك تصبح هذه الزيوت صالحة للاستعمال في عمليات الطلاء وفي صناعة الورنيشات. وتعرف طرق المعاملة المذكورة بأسماء «الغليان boiling» و «التهوية air blowing» و stand-oil treatment . ويراعى في تنفيذ هذه المعاملات أن تظل الزيوت بحالة سائلة نسبياً تسمح باستخدامها على أن تتحول إلى الحالة الصلبة بمجرد تعرضها لأكسجين الجو . وتتلخص التغيرات التي تحدث في الزيوت أثناء هذه المعاملات في تفاعلين هما الأكسدة oxidation واتحاد الجزيئات polymerization . ويلاحظ أن الأكسدة تبدأ في الزيوت بطء بسبب وجود مانعات الأكسدة في الزيوت ثم تزداد سرعة التأكسد بمجرد إتلاف مانعات الأكسدة ، غير أن السرعة تعود إلى الانخفاض مرة أخرى عندما يتأكسد جزء كبير من الزيت . وترتبط ذرة الأكسجين بالمجموعة الميثيلينية المجاورة للرابطة المزدوجـــة مكونة هيدروبيروكسيد hydroperoxide . وينجم عن هذا التفاعل أيضاً حدوث التشابه الضوئى إذ تترتب الروابط المزدوجة في وضع متبادل مع الروابط المشبعة ويتحول الهيدروبيروكسيد إلى ذرة كربون أخرى . وهذا الوضع المتبادل للروابط المزدوجة يسهل عملية اتحاد الجزيئات بعضها . والمعروف أنه في حالة تحضير stand oils تتحد الجزيئات بعضها في غياب الأكسجين بفعل الحرارة مما يؤدى إلى تكوين مركبات اتحاد حلقية cyclic polymers من حامض اللينولييك . والملاحظ أن الزيوت المحتوية على روابط زوجية متبادلة يحدث فيها الاتحاد بدرجة أسهل من الزيوت الخالية من هذه الروابط المزدوجة .

والذى لا يغفل في هذا المجال أن تكوين الطبقات الزيتية الصلبة يقتضى وجود

كحولات عديدة التكافؤ مثل الجليسريدات التى تؤدى إلى حدوث هذا الاتحاد بين الجزيئات بتقاطع الروابط . فالأحماض الدهنية الحرة والأسترات الأحادية يحدث بها ارتباط بين الجزيئات ، لكنها لا تكون أغشية صلبة .

ومن أشهر الزيوت الجافة زيت بذرة الكتان ، ويلى هذا الزيت فى الأهمية ، من وجهة صناعة الزيوت الجافة ، زيوت فول الصويا و tall والخروع tung والسمك oiticica . والمعروف أن زيت الصويا ليس من الزيوت الجافة لكنه يخلط بزيوت جافة أخرى بنسب مرتفعة . أما زيت tung فمرتفع الثمن جداً ، وزيت الخروع يفضله من وجهة السعر والتصنيع . فزيت الخروع يحتوى أساساً على حامض الريسينوليك المحتوى على رابطة مزدوجة بين ذرتى الكربون التاسعة والعاشرة ومجموعة ايدروكسيلية مرتبطة بذرة الكربون الثانية عشر . فبنزع جزىء ماء من ذرتى الكربون الحادية عشر والثانية عشر يترتب عليه تكون الروابط المزدوجة المتبادلة . أما زيت tung فمكونه الأساسى حمض اليواستياريك الذى يحتوى على ثلاث روابط مزدوجة متبادلة تؤدى إلى سرعة تجمد الزيت ، وهذا الزيت يعطى ورنيشات جيدة للغاية . وهذا الوضع يوجد فى زيت Oiticica أيضاً إذ به حامض licanic ذو الثلاث روابط مزدوجة متبادلة .

فى صناعة زيوت الطلاء وزيوت الورنيشات تتبع نفس طرق التنقية التى تتعرض لها زيوت الطعام ، مضافاً إلى ذلك بعض العمليات الأخرى مثل تحضير الزيوت المغلية boiled oils ، المغلظة بالهواء blown oils والمبلمرة بالتسخين، وللمعاملات الأخرى فى هذا المجال ما يعرف بالأسماء (العزل) بالمذيب ، isomerization ، التجفيف ، البلمرة المشتركة ، maleic acid ، adduct formation ، الأسترة ، إعادة الأسترة (المتبادلة) وهذه المعاملات تتلخص فيما يلى :

١ — الترسيب :

يخزن الزيت فى صهاريج كبيرة مغطاة للمدة المناسبة حتى ترسب الشوائب . وهذه العملية تتبع دائماً فى حالة زيت بذر الكتان .

٢ — الغسيل الحمضي :

تزال بعض الشوائب من الزيت ، خصوصاً تلك التي تنفصل على هيئة راسب من الفوسفاتيدات والكربوإيدرات والبروتيوزات وغيرها عند تخزين الزيت لمدة طويلة أو تسخينه على درجة ٢٠٠° إلى ٢٨٠° مئوية ، وذلك بمعاملة الزيت بحامض كبريتيك تركيزه ستين بومية ثم الغسيل بالماء . وظهور هذه الرواسب في الزيت يعرف بالإصطلاح break .

٣ — معادلة الحموضة :

تعادل حموضة الزيت بإضافة محلول قلوى مخفف كما فى طريقة تنقية زيوت التغذية .

٤ — إزالة اللون :

تفضل طريقة قصر اللون باستخدام الفحم الحيوانى والطمى النشط ، أى بالإدمصاص ، على طريقة استخدام المواد المؤكسدة التى تعتبر غير مستحبة بسبب وجود الروابط غير المشبعة والفعالة فى الزيت بنسبة مرتفعة .

٥ — الزيوت المغلية :

تحسن صفات تجمد زيت بذر الكتان بمعاملته فى وجود عوامل ملامسة تعرف بالمواد المجففة driers ، وهذه المواد تضاف أثناء التسخين عند تحضير الزيوت المغلية أو المهوة ، ومن أمثلتها أكاسيد الرصاص والمنجنيز والكوبلت . فهذه المواد تمزج بالزيت ويجرى التسخين على درجة حرارة مرتفعة يضمن عندها تحول الأكاسيد إلى صابون الأحماض الدهنية القابل للذوبان فى الدهن . وحالياً تستخدم أملاح هذه المعادن فى صورة رزينات أو لينولييات أو نفثينات وهى تذوب تماماً عند درجات حرارة أكثر انخفاضاً . وعادة تجرى الغليان فى صهاريج مسخنة بالبخار الخارجى ومزودة بمواسير مثقبة فى داخلها لتستعمل فى

دفع الهواء فى الزيت . وعادة يبدأ تسخين الزيت ثم يمرر الهواء ، وعند وصول درجة الحرارة إلى ١٠٠° مئوية تضاف مواد التجفيف وتقلب ، وعند درجة ١٢٥ إلى ١٥٠° مئوية يوقف التسخين ثم يمرر ماء بارد فى المواسير لإيقاف التفاعل الذى يولد حرارة أثناء سيره . ويترك الزيت للترسيب بعد ذلك ثم يرشح . وتتوقف درجة الزيت الناتج على مدى المعاملة الحرارية ، فقد تكون الدرجة pale أو extra pale أو single boiled أو double boiled. **فاتح اللون (باهت) أو شاحب (باهت جدا) أو مغلى مرة أو مغلى مرتين .**

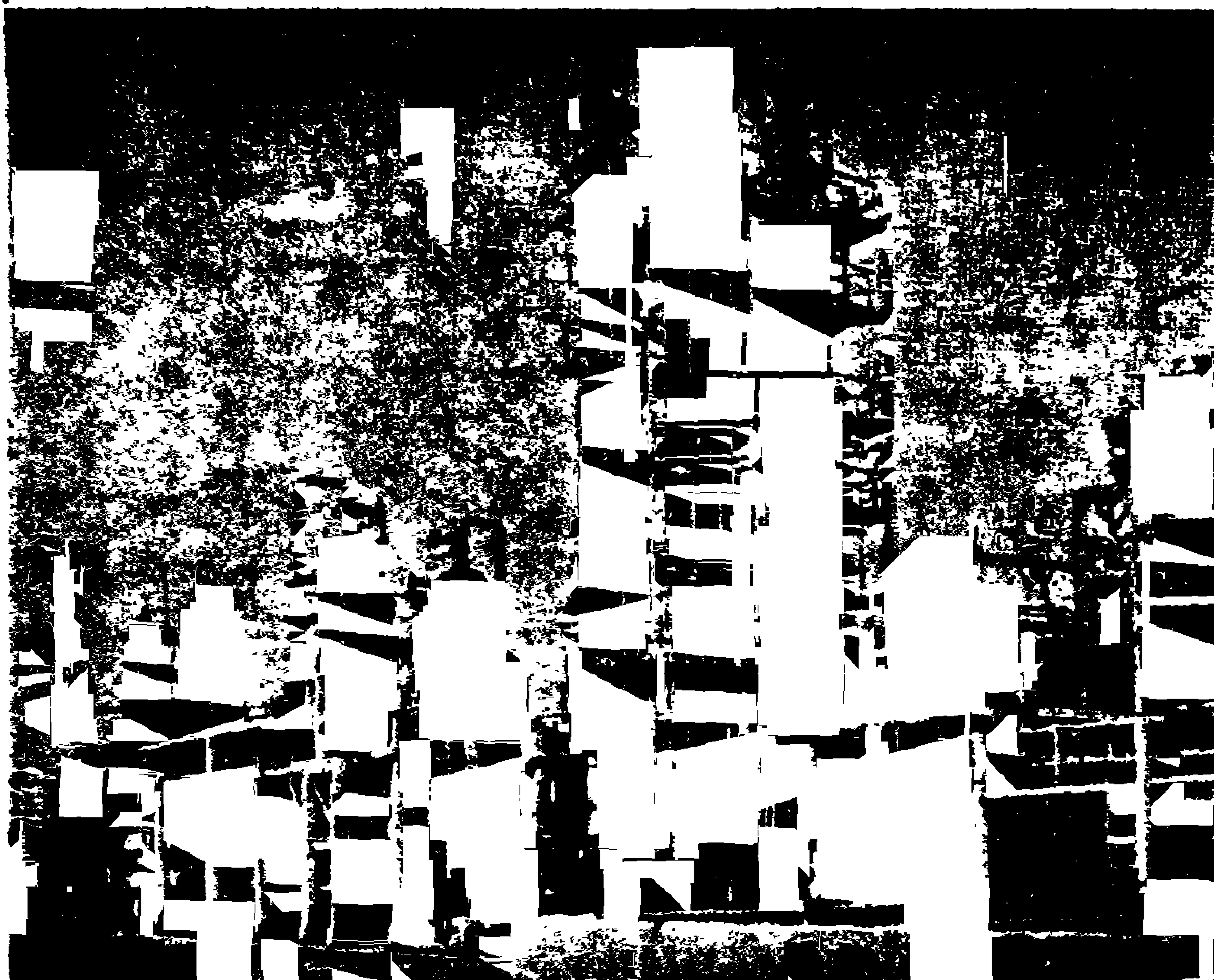
وهذه المعاملة الحرارية تخفض مقدار الزمن اللازم لجفاف الزيت إلى العشر تقريباً . والزيوت الناتجة تستخدم فى الأغراض التى تتطلب سرعة الجفاف . ولا تجرى هذه العملية على زيت **التانغ** أو الجليسريدات المحتوية على نظام الروابط الزوجية المتبادلة .

٦ — الزيوت المهواة :

تحضر الزيوت المهواة بطريقة مماثلة لتحضير الزيوت المغلية ، فقط يراعى استمرار إمرار الهواء لمدة أطول وحفظ درجة الحرارة عند حد يقل عن ١٢٥° مئوية ، وتوقف العملية عند ما يصل الزيت إلى الدرجة المناسبة من اللزوجة والوزن النوعى . وهذه الزيوت المهواة ذات خواص جفاف جيدة لكنها ليست على درجة عالية من الثبات .

٧ — Stand oil **الزيت الغليظ :**

يحضر هذا الزيت بتسخين زيت بذر الكتان أو الزيوت المشابهة بعيداً عن الهواء لدرجة ٣٠٠° مئوية أو أعلى من ذلك قليلا لمدة تقرب من ست ساعات . وفى حالة الزيوت المحتوية على روابط مزدوجة متبادلة يجب التسخين على درجة ١٨٠ إلى ٢٠٠ مئوية لمدة طويلة ، أو تسخن هذه الزيوت لدرجة ٣٠٠° مئوية فترة قصيرة ثم تبرد بسرعة . وتستخدم هذه الزيوت بكثرة فى صناعة ورنيشات الطلاء **الزجاجى** ومواد الطلاء البراقة **شديدة اللمعة** ، وحبر الطباعة lithographic inks **(الحجرية) .**



(شكل ٥٢)

وحدة سولكسول الاستخلاص

٨ — التجزئة بالمذيب :

عملية تجزئة الزيت بالمذيب solvent segregation تعنى فصل مكونات الزيت إلى جزءين أحدهما أكثر تشبعاً والآخر ترتفع فيه نسبة عدم التشبع ، وذلك بالاستخلاص بالمذيبات liquid-liquid extraction . وتوجد طرق متعددة لإجراء هذا التجزىء ، أشهرها طريقة Solexol التى يستخدم فيها البروبان السائل الذى تتفاوت نسبة ذوبان جليسريدات الزيت فيه تبعا لدرجة الحرارة ومدى عدم التشبع . فعند درجة الحرارة المنخفضة يذوب الزيت بأكمله ، بينما كلما قربت درجة حرارة البروبان من درجته الحرجة وهى ٩٧° مئوية كلما قل ذوبان الزيت . ويستعمل فى هذه الطريقة عامود استخلاص تدخله السوائل فى اتجاهين متضادين ويعمل بطريقة يضمن معها وجود فارق فى درجة الحرارة عند كل من قمة وقاعدة العامود .

وهناك طريقـــة أخرى تعرف باسم طريقة بتسبرج The Pittsburgh Plate Glass Company وفيها يستخدم الفورفورال الذى يدخل العامود عند قمته بنسبة ستة إلى أربعـة عشر جزء من الفورفورال لـكل جزء من الزيت ، بينما يدخل الزيت إلى العامود من فتحة سفلية ويتحرك إلى أعلى فيتقابل مع الزيت الهابط لأسفل .

٩ — الأسترة :

بأسترة الأحمـــاض الدهنية فى زيت فول الصويا باستعمال البنتا أريثريتول pentaerythritol يصبح الزيت ذا صفات جفاف مشابهة لزيت بذر الـكتان ولـكنها تتميز بقلة تعرضها للاصفرار أثناء التخزين .

١٠ — التشابه الضوئى :

لما كانت الروابط المزدوجة فى وضع متبادل تحسن صفات الجفـاف فى الزيوت فقد بدأ التفكير فى تحويل المركبات إلى مشابهاتها ذات الروابط المزدوجة المتبادلة . غير أن هذه العملية مكلفة للغاية ، لذلك لا تطبق على نطاق تجارى واسع . وأشهر الطرق المتبعة فى هذه العاملة تتلخص فى معاملة زيت بذر الـكتان بالحرارة فى وجود عامل ملامسة بنسبة ستة إلى ثمانية فى المائة لمدة ست ساعات على درجـة ١٧٠° مئوية ، فيتحول حوالى ثلاثون فى المائة من الروابط إلى الوضع المتبادل دون أن يتحول الزيت إلى صابون . وأشهر عوامل الملامسة المستخدمة هو النيكل على الـكربون .

١١ — نزع الماء :

تجرى عملية تجفيف dehydration على زيت الخروع فقط ، ونادراً ما تجرى على حمض الاستياريك ثنائى الإيدروكسيل المحضر من حمض الأوليك . وتجرى العملية على جليسريدات زيت الخروع فى وجود عامل ملامسة مناسب مثل حمض

الفوسفوريك . وفى طريقة أخرى يبدأ بأسترة الجاميع الإيدروكسيلية بحامض خليك أو أوليك ثم تعريض الإستر الناتج لعملية pyrolysis انحلال حرارى .

١٢ — التفاعل مع أنهدريد الماليك :

بتفاعل جليسريدات معينة مع أندريد الماليك يتكون ناتج يعرف باسم adduct . وتجرى العملية بتسخين زيت بذر الكتان أو زيت الصويا مع ٢ إلى ١٠ فى المائة أندريد الماليك عدة ساعات على درجة ٢٠٠ إلى ٢٣٠ مئوية ، ويعادل الناتج بالجليسرول أو البنتا أريثريتول فيتكون مادة تمتزج بالماء عند استعمال قلوى معدنى أو أمونيا أو أمين فى التعادل . وهذه المعاملة لا تحسن صفات الجفاف لكنها تحسن لون الناتج وتزيد مقاومة الطبقات الجافة للماء .

مواد الطلاء

تقسم مواد الطلاء إلى ثلاثة أقسام عادة وهى :

١ — المواد التى تكون غشاء متجانساً متيناً بتبخر المذيب فقط مثل ورنيشات النتروسليلوز .

٢ — المواد التى تجف بالأكسدة وتجمع الجزيئات مثل الدهان والورنيش والإينامل .

٣ — المواد التى تكون أغشية بتجمع جزيئات الزيوت الجافة فى غياب الأكسجين .

واستعمال الألوان الزيتية فى الرسم والتجميل معروف منذ أمد بعيد ، إذ توجد فى كهوف جنوب أوروبا رسوم ملونة يرجع تاريخها إلى العصر الحجرى أى ٥٠٠٠٠ عام مضت ، كما تضمنت آثار قدماء المصريين بعض النقوش الملونة التى نقشت عام ٨٠٠٠ قبل الميلاد . وقد استعملت فى ذاك الوقت كثير من المواد الطبيعية فى التلوين مثل الصمغ العربى وبياض البيض وصفار البيض وشمع النحل والجيلاتين . وقد عرف قدماء المصريين الورنيش حوالى عام ١٠٠٠ قبل الميلاد ، فمزجوا بعض

المواد مثل sandarac أو mastic بالزيت النباتى ، وكانت المومياء فى عهدهم تطلى بهذه المواد الورنيشية لتحتفظ بتجانس مظهرها .

يعتبر الغرض الأساسى من تحضير الزيوت الجافة هو صناعة مواد التلوين والورنيشات والإينامل . فمواد الطلاء والتلوين عبارة عن مستحلبات لمواد ملونة فى الزيوت الجافة ومعها قليل من مذيب متطاير مناسب يعرف عادة بالإسم thinners . ويمكن الحصول على ألوان مائية عبارة عن مستحلبات دقيقة ينتشر فيها الزيت المحتوى على المادة الملونة . والورنيشات التى تعرف عادة باسم oleoresinous varnishes تحضر بتفاعل المكونات مع بعضها ، وهى المادة الصمغية والزيوت الجافة ، على درجة حرارة مرتفعة . وتحتوى الورنيشات على مذيبات متطايرة وقليل من المواد المجففة . والصموغ المستعملة فى صناعة الورنيشات متعددة منها Batu ، Congo ، Manila ، Kauri ، rosin ، وهى مواد طبيعية . وحاليا تحضر ورنيشات صناعية على نطاق واسع . أما الإينامل فعبارة عن مواد ورنيشية تحتوى على مواد ملونة . أما مواد الطلاء المعروفة باسم lacquers فهى محاليل نترات سليلوز أو خلات سليلوز أو إيثايل سليلوز أو مطاط معامل بالكلور أو صموغ فينايل فى مذيبات متطايرة . وعادة تحتوى هذه المحاليل على كميات صغيرة من الصموغ الجافة ومواد معدلة للقوام .

الصموغ الصناعية أصبحت واسعة الإنتشار ، ومن أمثلتها المركبات التالية :
Glyptals ، phenol-formaldehyde resins ، cellulose polymers ، urea and melamine formaldehyde resins ، vinyl resins ، silicone resins ، chlorinated rubber resins ، acrylic ester resins ، epoxy resins ، وأول هذه المركبات يستعمل فى الصناعة بكثرة ، وهو يحضر من تفاعل الكحولات عديدة الإيدروكسيل مع حامض ثنائى القاعدية . مثال ذلك تفاعل الجليسرين مع أنذريد الفثاليك على درجة ١٦٠° مئوية حيث يتكون سائل كثيف القوام تزداد لزوجته تدريجياً باستمرار التسخين حتى تظهر الحالة الجيلية فجأة .

(شكل ٥٣)
رسم تخطيطى لمعدات تحضير مادة صمغية

الشحومات

تستخدم فى الصناعة كمية كبيرة من الدهون والأحماض الدهنية ومشتقاتهما فى التشحيم ، سواء منفردة أو ممزجة بالزيوت المعدنية ، والغالب هو استعمال الممزجة . وقد حلت الزيوت المعدنية البترولية محل الدهون والزيوت فى التزييت والتشحيم بسبب انخفاض أسعار الأولى وزيادة ثباتها . وتستعمل الزيوت والدهون فى تشحيم بعض الأجزاء مثل المكابس فى ماكينات السيارات والطائرات ، نظراً لتميز الدهون بالخاصة المعروفة باسم oiliness التى تعنى قدرة مادة التشحيم على تكوين طبقة رقيقة لاصقة على السطح المعدنى . وفى انجلترا تضاف نسبة ضئيلة من الأحماض الدهنية الحرة إلى الزيوت المعدنية المخصصة للتشحيم فتتحسن صفاتها . وفى أمريكا تستبدل هذه النسبة من الأحماض الدهنية الحرة بكمية من إسترات الميثايل المعاملة بالكلور أو من مشتقات الأحماض الدهنية المحتوية على كبريت أو فوسفور أو من الكيتونات والتريلات . وتستعمل بعض الزيوت الكثيفة القوام أحياناً فى عمليات التشحيم ، مثل زيت الخروع .

وتستعمل الشحوم بدلا من الزيوت عند درجات حرارة وضغط لا يناسبان استخدام الزيوت السائلة . وهذه الشحوم عبارة عن محاليل غروية للصابون وبعض المركبات المؤثرة على الجذب السطحى مذابة فى الزيوت المعدنية ، وتتراوح نسبة الصابون بين ٠,٢٥ إلى ٦٠ فى المائة . والشائع هو استعمال صابون الصوديوم أو الليثيوم أو الكالسيوم أو الألومينيوم أو الرصاص أو مخاليطاً منها . ويستعمل فى صناعة الشحوم دهون وأحماض دهنية وأحماض نافثنيك وأحماض مسلفنة . وتنحصر فائدة الصابون فى تقوية قوام الشحم ، أما فعل التشحيم فمنسوب للزيت المعدنى .

الدهون المستخدمة فى صناعة الشموع

كانت الشموع candles تصنع فى القرن الماضى من شمع النحل والدهن البقرى والدهن المستخرج من رأس الحوت ، ثم أدخل الاستيارين فى الصناعة ، وفى عام ١٨٣٠ استبدل الاستيارين بمخلوط من أحماض الاستياريك والبالمتيك . وفى السنين الأخيرة استبدلت الأحماض الدهنية الصلبة بشمع البرافين .

(شكل ٥٤)
طريقة إمرسول لفصل الأحماض الدهنية

تحضر الأحماض الدهنية المستعملة فى صناعة الشموع بتفكيك الجليسريدات الحيوانية وتقطير الأحماض الناتجة . وتفصل الأحماض الصلبة عن الأحماض السائلة بالتبريد والكبس أو بالتبلور فى المذيبات . وعادة تكبس الأحماض الصلبة مرتين أو ثلاثة . وتباع الأحماض السائلة الناتجة باسم الزيت الأحمر red oil أو الأولين (oleine) . وأكثر الطرق استخداماً فى فصل الأحماض الدهنية بالتبلور من مذيبات قطبية هى طريقة Emersol .

الزيوت المستخدمة فى صناعة المشمع

تعتبر الزيوت الجافة من مستلزمات صناعة المشمع المنقوش linoleum ، oilcloth (القماش الزيتى العامد للماء) .

الدهون المستخدمة فى صناعة مواد الزينة

تستخدم بعض الخامات الدهنية مثل حمض الاستياريك وزيت جوز الهند والدهن البقرى والمنظفات الدهنية فى صناعة كثير من مواد الزينة مثل مستحضرات الحلاقة والشامبو . وفى صناعة الكريم وأحمر الشفاه وزيت الشعر واللوسيونات تستعمل زيوت الزيتون واللوز وثمار المشمش وثمار الخوخ وحمض الاستياريك وزبد الكاكاو ، بالإضافة إلى الزيوت المعدنية التى تستعمل الآن بكثرة فى هذه الصناعة .
ومن مواد الإستحلاب المستخدمة فى هذه الصناعة الصابون القلوى وصابون ثلاثى الإيثانول أمين والجليسريدات الثنائية والثلاثية والكحولات ذات الوزن الجزيئى المرتفع .

الدهون ومشتقاتها المستخدمة فى الأغراض الصيدلية

تستخدم الدهون والشموع والجليسرين فى تحضير بعض المستحضرات الطبية مثل مروخ التدليك liniments (sore muscles) والمراهم (skin ointments blemishes) والأدوية المرطبة للجلد (protection of demulcents mucous membranes) وتستخدم بعض مشتقات الأحماض الدهنية فى الحقن الداخلى ، مثال ذلك استعمال زيت الخروع كدواء مسهل purgative وزيت chaulmoogra فى علاج الجزام وزيت كبد الحوت كمادة غنية بفيتامينى ا ، د . ويحقن الجسم أحيانا بأحماض اللينوليك واللينولنيك والأراشيدونك ، وهذه الأحماض كانت تسمى خطأ باسم فيتامين F .

ويستعمل الصابون والمنظفات فى تنظيف وتطهير غرف العمليات والمعامل والمستشفيات . وتعتبر المنظفات المحضرة من أحماض متفرعة أو حلقية ذات فعل قاتل للميكروبات .

استعمال الدهون فى صناعة الجلود

تستعمل الزيوت فى دباغة الجلود وهى تجعل الجلود مانعة للبلل . وفى صناعة

جلد الشاموا chamois تغمر الجلود بالزيت المناسب ويزال معظم الرطوبة بالتهوية ثم تكوم الجلود أو تعلق فى غرفة دافئة لتستمر التفاعلات الكيميائية وبعدها تفصل الزيادة من الزيت التى يطلق عليها الإسم degras أو moellon أو sod oil تبعاً لنوع الزيت المستخدم وطريقة استرداد الزيادة منه .

الزيوت المستخدمة فى صناعة النسيج

تستخدم زيوت خاصة فى صناعة الأقمشة القطنية والصوفية بحيث يتفادى خطر الإحتراق بتأثير الأكسدة عند التعرض للجو . وأكثر الزيوت استعمالا فى هذا المجال هى tallow oil ، neat's-foot oil .

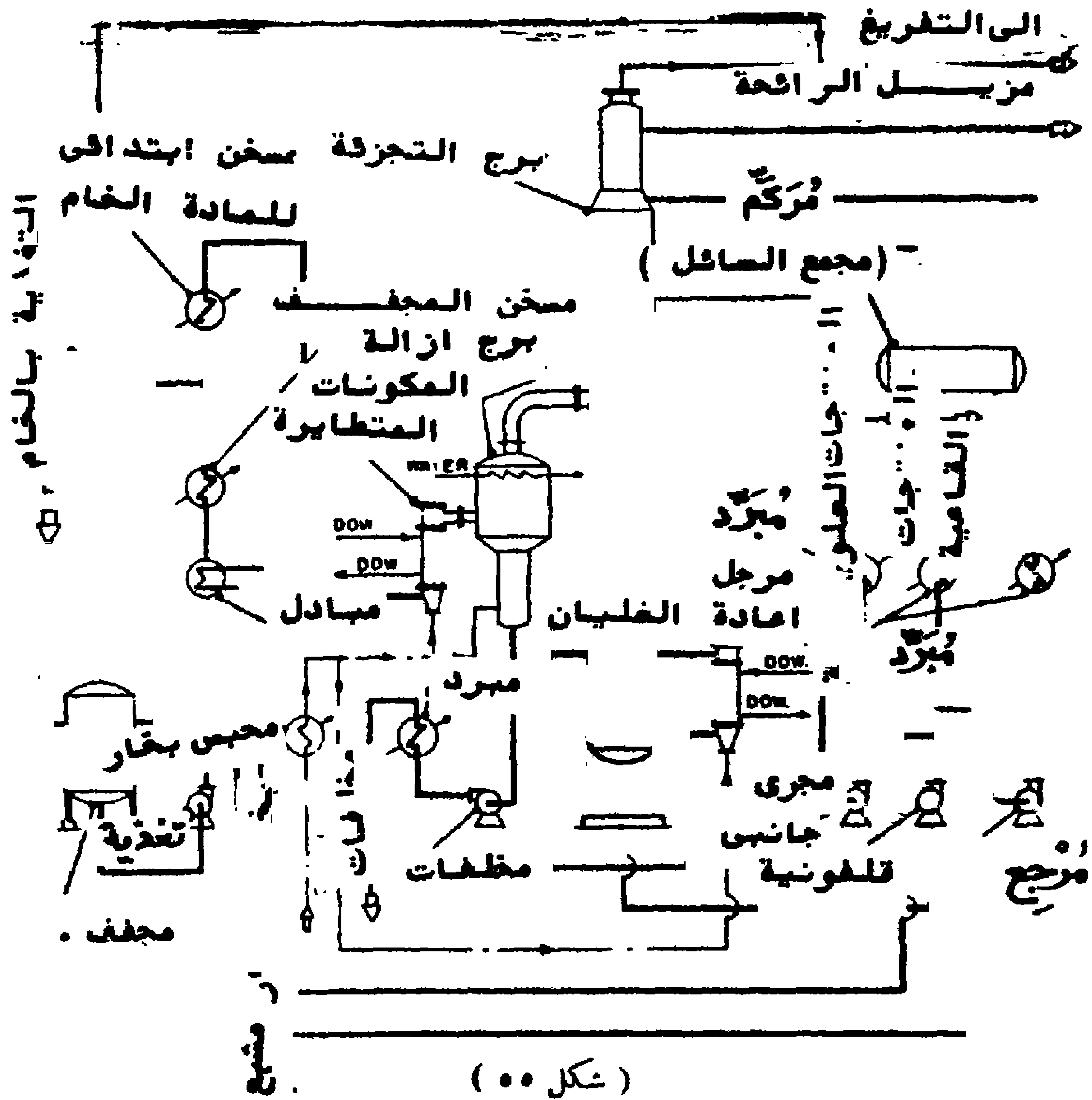
الدهون المستخدمة فى طلاء صفيح العلب

يستخدم زيت النخيل بكثرة والدهن البقرى بقلة فى صناعة طلاء الصفيح tin plating لحماية القصدير المنصهر من الأكسدة الجوية ، كما أن الطبقات الدهنية تمتص الأكاسيد المعدنية والشوائب الأخرى وتساعد على انتظام توزيع طبقة القصدير على سطح الصفيح .

زيت الصنوبر Tall oil

يحضر هذا الزيت من السائل الأسود black liquor الذى يتخلف عند صناعة الورق من الخشب العزيزى بطريقة الكبريتات kraft process .

فى صناعة الورق تهضم المواد السليلوزية وغير السليلوزية فى اللب مع بعض الكيماويات مثل حامض الكبريتوز وبيكبريتيت الصوديوم فى طريقة الكبريتيت ، أو الصودا الكاوية وكربونات الصوديوم فى طريقة الصودا ، أو الصودا الكاوية وكبريتيد الصوديوم فى طريقة الكبريتات . ويعرف لب الورق المحضر بالطريقة الأخيرة باسم kraft ، وهو يتميز بالمتانة ولذا فاستعماله شائع فى صناعة ورق التغليف والصناديق .



(شكل ٥٥)

التقطير الجزئى للزيت tall oil

أثناء الترسيب وإزالة الشوائب الطافية يتكون صابون بتفاعل المواد القلوية مع الأحماض الدهنية وأحماض rosin الموجودة فى الخشب ، وهذا الصابون ينفصل من السائل الأسود بعد عزله . ويعامل هذا الصابون المترسب بكمية وافرة من حامض معدنى لاسترداد الزيت الخام tall oil الذى ينقى فيما بعد بالتقطير بالبخار تحت ضغط منخفض . ويلى التقطير عملية فصل جزء من أحماض rosin بالبلورة والترشيح للحصول على الزيت المنقى . وهذا الزيت يتصف بالثوابت التالية : رقم التصبن ١٧٢ إلى ١٨٥ ، عدد الحامض ١٧٠ إلى ١٨٠ ، الأحماض الدهنية ٥٠ إلى ٦٠ فى المائة ، أحماض rosin ٣٠ إلى ٤٠ فى المائة ، المادة غير المتصبنة ٥ إلى ١٠ فى المائة . ويحتوى هذا الزيت أيضا على نسبة عالية من حمضى الأوليك

واللينوليك ، ونسبة صغيرة من أحماض اللينولنيك والبالمتيك والاستياريك ، كما يحتوى الجزء غير المتصبن على نسبة مرتفعة من الفيتوستيرول .

وفى الطرق الحديثة يستخدم التقطير الجزئى ليتسنى الحصول على أحماض دهنية بها نسبة من أحماض rosin لا تتجاوز الواحد فى المائة ، وعلى أحماض rosin تحتوى على نسبة من الأحماض الدهنية لا تتجاوز ثلاثة فى المائة .

يستخدم هذا الزيت فى الصناعة بكميات كبيرة . وقد قدرت كمية الزيت الخام التى أنتجتها الولايات المتحدة الأمريكية وحدها بحوالى سبعمائة مليون رطل عام ١٩٥٨ . ومن الأغراض التى يستخدم فيها هذا الزيت والأحماض الدهنية المشتقة منه هى صناعة الورنيشات والألوان الزيتية والمنظفات ودهون التشحيم ومستحلبات الأسفلت asphalt emulsions وعوامل الطفو flotation agents ، alkyd resins .

الأحماض الدهنية الصناعية

تحضر الأحماض الدهنية الصناعية synthetic fatty acids من الزيوت البترولية فى وجود عوامل ملامسة . والأحماض المتحصل عليها بهذه الطريقة قد تكون مستقيمة السلسلة أو متفرعة ، كما قد تكون ذات عدد زوجى أو فردى من ذرات الكربون . وتتبع طريقة Fischer-Tropsch process ، التى تستعمل عادة فى تحضير الزيوت شبه المعدنية وتحضير الغازولين من أول أكسيد الكربون والإيدروجين ، فى إنتاج الأحماض الدهنية التركيبية .

الشمع

توجد الشموع waxes منتشرة فى الطبيعة كما أمكن تحضيرها بطرق تركيبية . وهى تقسم عادة إلى شموع نباتية وحيوانية ومعدنية وتركيبية . فالشموع المعدنية عبارة عن إيدروكربونات أساساً ، ومنها المنتجات المعروفة بالأسماء paraffin ، ceresin ، ozocerite .

تعتبر الشموع الطبيعية النباتية والحيوانية عبارة عن مخاليط لإسترات أحماض دهنية مرتفعة الوزن الجزيئي وكحولات أليفاتية وأحماض دهنية حرة وكحولات حرة وإيدروكربونات . وقد توجد نسبة من الجليسريدات في الشموع السائلة مثل المعروفة باسم sperm oil . وبصفة دائمة ترتفع نسبة الإيدروكربونات في الشموع النباتية عنها في الشموع الحيوانية . ومن أمثلة الكحولات التي توجد في الشموع كحول cetyl والاستيرولات خصوصاً الكوليستيرول . ويعزز الفحص بأشعة إكس الشك في وجود كحولات الشمع مثل الكارنوبيل carnaubyl ك$_{٢٤}$ يد$_{٥٠}$ أ والسيريل ceryl ك$_{٢٦}$ يد$_{٥٤}$ أ والميريسيل myricyl ك$_{٣٠}$ يد$_{٦٢}$ أ .

توجد الشموع النباتية عادة على سطح وفي قشور الأوراق والثمار والسيقان والأزهار ، ووظيفتها الرئيسية تقليل الفقد في الرطوبة . وأشهر هذه الشموع النباتية هي شمع carnauba و candelilla . وأولها هو أشد الشموع المعروفة صلابة ويوجد في هيئة طبقة خضراء اللون مصفرة على أوراق النخيل البرازيلي Copernicia cerifera . ويستخرج هذا الشمع بتجفيف الأوراق وتهشيمها وكحت الطبقة الشمعية ، ثم يصهر الشمع الخام في ماء على درجة الغليان ، إذ أن درجة انصهاره تتراوح بين ٨٤ ، ٩١° مئوية . ويستعمل هذا الشمع في صناعة الورنيشات . أما شمع candelilla فيوجد في هيئة طبقة على سطح سيقان الأعشاب Pedilanthus pavonis وبعض نباتات عائلة Euphorbiaceae . ويستخرج الشمع بغمر النباتات في ماء على درجة الغليان ، مع إضافة قليل من حامض الكبريتيك للماء في بعض الأحيان . وتتراوح درجة انصهار هذا الشمع بين ٦٥ ، ٧٠° مئوية ، وهو يتكون أساساً من إيدروكربونات ونسبة صغيرة من إسترات الشمع . ويعتبر هذا الشمع بديلا لسابقه في الصناعة . ويستخرج شمع Montan بالاستخلاص بالمذيبات من peat و lignite ، وهو يحتوى على نسبة من إسترات حمض المونتانيك montanic acid ك$_{٢٨}$ يد$_{٥٦}$ أ$_{٢}$ غير أن تركيبه يختلف باختلاف مصادر استخراجه .

والشموع النباتية الأخرى الأقل أهمية يمثلها شمع جوز الهند cocos wax الذي يترسب من زيت جوز الهند في قاع تانكات الترسيب ، وهو يتكون أساساً myricyl cerotate ، ثم شمع Flax wax الذي يوجد بنسبة اثنين

فى المـائة تقريباً على سطح بذور flax ، وشمع بذرة القطن الذى تقل نسبته عن الواحد فى المـائة من وزن ألياف القطن ، وشمع القصب cane wax الذى يوجد فى مخلفات مصانع سكر القصب ، وشمع النخيل palm wax الذى يستخرج من نخيل Ceroxylon andicaol والمعروف باسم Ceroxylin ، وشمع جنين الأرز المكون أساساً من melissyl cerotate ، وشمع الموز الذى يستخرج من أوراق وثمار نباتات Musa والذى تتراوح نقطة إنصهاره بين ٧٩ ، ٨١° مئوية ، وشمع الأعشاب البحرية seaweed wax المستخرج من بعض الطحالب المكون من إسترات كحولات مرتفعة الوزن الجزيئى وأحماض دهنية بها عدد من ذرات الكربون يتراوح بين ٢٠ ، ٢٢ ، ٢٤ .

توجد الشموع الحيوانية أساساً فى حيوانات البحار . غير أنها توجد فى بعض الحيوانات البرية بنسبة ضئيلة . ويدخل ضمنها أيضاً شمع الحشرات مثل شمع النحل ذو الأهمية التجارية ودهن الصوف wool fat والشمع الصينى Chinese insect wax. ويستخرج شمع النحل من أقراص العسل بالغسيل والتسييح فى ماء يغلى وكشط الشمع الخام الذى يزال لونه بحرارة الشمس أو بالكيماويات أو بالإدمصاص . ويتكون شمع النحل من كحولات وإسترات وأحماض دهنية حرة وحوالى عشرة فى المائة إيدروكربونات ، وهو ينصهر على درجة ٦٢ إلى ٦٦° مئوية . وتتكون هذه الإسترات من كحولات مشبعة ذات ٢٤ أو ٢٦ أو ٢٨ أو ٣٠ أو ٣٢ أو ٣٤ ذرة كربون مع أحماض دهنية مشبعة ذات وزن جزيئى مرتفع .

يحتوى الصوف الخام على حوالى ٣٦ فى المائة مواد دهنية تسمى أحياناً wool fat كما قد يطلق عليها الإسم degras فى الصورة الخام والإسم lanolin فى الصورة النقية . ويستخرج دهن الصوف باستعمال محاليل قلوية أو محاليل منظفات وبترسيب المادة الدهنية المستحلبة أو باستعمال قوة الطرد المركزى . وقد يفصل دهن الصوف بالمذيبات أو بطريقة frosted process . ويتميز اللانولين برائحة خاصة وبلونه العنبرى ، وهو يحتوى على حوالى ٩٥ فى المائة إسترات يمكن معاملتها بالتصبين والتحميض فتتكون إستيرولات وتربينات ثلاثية وكحولات أليفاتية وأحماض دهنية معظمها مشعب السلسلة بجانب قليل من الأحماض المستقيمة السلسلة والإيدروكسيلية. وقد أمكن عزل إثنين وثلاثين حامضاً من اللانولين .

الفصل الخامس

المواد المضافة للأغذية

المواد الحافظة

أقدم المواد الحافظة استخداماً فى إطالة مدة حفظ الأغذية هو ملح الطعام . وتعددت المواد الممكن استخدامها حالياً لتحقيق الغرض المقصود ، إلا أن إضافة هذه المواد فى العهد الحاضر تخضع للتشريعات الغذائية .

وهذه المواد الحافظة تعوق نمو الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الأغذية بعض الوقت ، إلا أنها لا تمنع النمو نهائياً ، فطريقة الحفظ بإضافة المواد الحافظة تعتبر إحدى طرق الحفظ المؤقت . وتطول مدة الحفظ عادة بإرتفاع تركيز المادة الحافظة المضافة ، غير أن التركيز يجب ألا يتجاوز حداً معيناً طبقاً لقوانين الأغذية ومنعاً لإتلاف طعم ونكهة الغذاء .

ويشترط فى المواد الحافظة المضافة للأغذية ألا تكون سامة أو ضارة بجسم الإنسان ، وألا يكون القصد من استخدامها هو تغطية أحد أو بعض عيوب الغذاء ، وأن تكون ثابتة التركيب وقوية التأثير ، وألا يكون لها تأثير متلف على عيوب الغذاء ، وألا تؤثر فى صفات الغذاء الطبيعية ، وأن تكون نقية مسموح بإضافتها قانوناً . وتشترط التشريعات الغذائية النص على بطاقة عبوة الغذاء باسم وتركيز المادة الحافظة المضافة .

وتعرف المواد الحافظة preservatives ، طبقاً لوزارة الصناعة ، بأنها المواد الكيماوية أو الطبيعية « العضوية أو غير العضوية » التى تضاف إلى الأغذية المختلفة بنسبة ضئيلة بغرض حفظها أو إطالة مدة بقائها بدون تلف عن طريق وقف النشاط البكتريولوجى أو الإنزيمى الذى يؤدى إلى تخمر أو تحلل أو تعفن المادة الغذائية ، وعلى أن تكون هذه المواد مصرح باستخدامها ولا تتعدى الكميات المضافة منها النسب المقررة قانوناً .

أنواع المواد الحافظة :

تقسم المواد الحافظة المستخدمة فى تصنيع الأغذية إلى مواد طبيعية وأخرى كيمائية .

فالمواد الحافظة الطبيعية منها ملح الطعام والسكر والخل والتوابل وغازات التدخين والكحول والزيوت العطرية الطيارة وحامض اللكتيك والجليسرول .

والمواد الحافظة الكيميائية قد تكون عضوية organic أو غير عضوية inorganic فالعضوية مثالها حامض البنزويك وأملاحه والفورمالدهيد والجليكول ومركبات الأمونيا وأحماض السوربيك والفورميك والستريك والطرطريك والساليسيليك والمضادات الحيوية. ومن أمثلة المواد الحافظة غير العضوية ثانى أكسيد الكبريت والكلور وفوق أكسيد الإيدروجين وحامض البوريك .

وأحيانا تقسم المواد الحافظة تبعاً لطبيعة عملها ، فتكون مواداً مانعة للأكسدة أو مساعدة على منع الأكسدة ومواداً مضادة لنشاط البكتريا والفطر .

حامض البنزويك وأملاحه :

تكاد تكون بنزوات الصوديوم أو الأمونيوم وحامض البنزويك أكثر المواد الحافظة الكيميائية استخداماً فى حفظ الأغذية . وتسمح التشريعات الغذائية بإضافة هذه المواد فى معظم الدول ، استناداً إلى وجود حامض البنزويك طبيعياً فى كثير من المواد الغذائية كالجزر .

ويستعمل حامض البنزويك فى صورة مسحوق أبيض متبلور حمضى الطعم عديم الرائحة ينصهر على درجة ١٢٢° مئوية ويذوب فى الماء بقلة على درجة الحرارة العادية ويذوب فى الكحول والزيوت والدهون . أما بنزوات الصوديوم فتستعمل فى هيئة مسحوق أبيض اللون عديم الرائحة سهل الذوبان فى الماء لا يذوب فى الزيوت والدهون .

وتعتبر أملاح حامض البنزويك فعالة فى الوسط الحمضى إذ يتضاعف فعلها عشر مرات بتحول الوسط من حالة التعادل إلى حالة الحموضة . ويعتقد أن جزىء حامض البنزويك غير المتأين هو المؤثر فى الحفظ . وفى حالة استخدام البنزوات يكون الشق الحامضى هو الفعال ضد الأحياء الدقيقة .

ولاتؤثر البنزوات أو حامض البنزويك فى النشاط الإنزيمى داخل المادة الغذائية، فهى لا تعوق عمليات الأكسدة وتغيير اللون التى تحدث بفعل الإنزيمات .

ويجب مراعاة إضافة حامض البنزويك أو أملاحه للمادة الغذائية بعد انتهاء المعاملة الحرارية منعاً لإتلاف حامض البنزويك بالحرارة .

وتضاف بنزوات الصوديوم إلى المواد الغذائية بالنسبة المئوية التالية . ١ر٠ إلى ٢ر٠ لعصير الطماطم ، ١ر٠ إلى ١٥ر٠ لصلصلة الطماطم ، ٠٥ر٠ إلى ١ر٠ لعصير الفاكهة . ويضاف حامض البنزويك إلى الحلوى الدسمة كالمارزيبان والنوجة والكريمة بنسبة ٠٥ر٠ إلى ١٢ر٠ فى المائة ، أو يضاف مخلوط حامض البنزويك والبارا كلورو بنزويك بأجزاء متساوية بنسبة ٠٤ر٠ إلى ٠٨ر٠ فى المائة ، أو يضاف مخلوط حامض البنزويك وبنزوات الصوديوم بنسبة ١٥ر٠ إلى ٢٥ر٠ فى المائة . ويضاف حامض البنزويك للسلى النباتى بنسبة ١ر٠ إلى ١٥ر٠ فى المائة .

حامض الفانيليك واستراته :

تضاف فانيلات الإيثايل بنسبة ١ر٠ فى المائة لبعض الأغذية . وتضاف هذه المادة أحياناً إلى أوراق تغليف المنتجات الغذائية .

استرات حامض البارا هيدروكسى بنزويك :

يضاف مسحوق الأسيتايل أو الإيثايل أو البروبايل أو البوتايل باراهيدروكسى بنزويك ، المعروف باسم B.P.A.M. Solbrol ، لبعض الأغذية بنسبة ١٥ر٠٪ للملح الصودى أو أعلى من ذلك قليلا للاسترات . والمسحوق المتبلور عديم اللون والرائحة وقليل الذوبان فى الماء لكنه يذوب فى الكحولات والزيوت والدهون . وتحضر محاليل هذه المواد الحافظة طازجة لأنها قليلة الثبات . وتفيد بعض هذه المحاليل فى حفظ الجبن والأسماك .

حامض البارا كلورو بنزويك :

مسحوق حامض البارا كلورو بنزويك أبيض متبلور عديم الرائحة قليل الذوبان

فى الماء وسهل الذوبان فى الكحولات والدهون والذيبات . والملح الصودى لهذا الحامض يستعمل فى حفظ الأغذية الحمضية ذات رقم pH حوالى ٤٫٥ . ويستعمل الحامض فى حفظ بعض الحلوى والأسماك ، ويستعمل الملح الصودى فى حفظ عصير الفاكهة وبعض المشروبات سواء منفرداً أو ممتزجاً ببنزوات الصوديوم . فللأسماك والحلوى تمزج كميتان متساويتان من حامض البنزويك وحامض البارا كلورو بنزويك.

حامض البروبيونيك :

لبعض الأحماض الدهنية تأثير مثبط على نمو الفطريات ، خصوصاً تلك المحتوية على عدد من ذرات الكربون يتراوح بين ١ ، ١٤ . ويضعف هذا التأثير فى حالة السلاسل الكربونية المتفرعة .

ويستخدم حامض البروبيونيك فى حفظ المنتجات المخبوزة والجبن . ويستعمل مسحوق الملح الصودى بكثرة ، وهو ملح سريع الذوبان فى الماء . ولا يفيد هذا الحامض كثيراً فى وقاية الأغذية من بكتريا حامض اللاكتيك . وتتراوح نسبة البروبيونات اللازمة لحفظ الخبز بين ١٫٥ ، ٣٫٥ أوقية لكل مائة رطل من الدقيق ، وتتفاوت النسب المضافة بالنسبة لأنواع المنتجات المخبوزة . ويحفظ مستخلص المولت بإضافة ٢ إلى ٤ فى المائة بروبيونات صوديوم أحياناً . وتغمس الجبن فى محلول بروبيونات كالسيوم تركيزه عشرة فى المائة وتخزن على درجة ٥٠° فهرنهيت . وقد تمزج بروبيونات الكالسيوم بحامض البروبيونيك . وأحياناً ترش الفاكهة والخضروات بمحلول بروبيونات صوديوم أو تغمس فى محلول تركيزه ٥ إلى ١٠ فى المائة لإيقاف نمو الفطريات عليها مدة قد تصل إلى أربعة أيام . وقد يضاف حامض البروبيونيك فى صناعة المخللات .

ولا يستعمل حامضا البيوتريك والفاليريك فى حفظ الأغذية عادة بسبب رائحتهما ، بالرغم من أن لهما القدرة على إيقاف نمو الفطريات .

حامض السوربيك :

مسحوق حامض السوربيك أبيض اللون حمضى الطعم ينصهر على درجة ١٣٣°

مئوية ويذوب بقلة فى الماء على درجة الحرارة العادية وبقلة أيضاً فى الزيوت والدهون بينما يذوب بسهولة فى الكحول ، وهو يتأثر بالضوء . وتذوب أملاح حامض السوربيك ، مثل سوربات البوتاسيوم ، فى الماء بدرجة متوسطة .

ويعزى التأثير الحافظ لحامض السوربيك إلى فعله المثبط على إنزيمات الديهدروجينيز فى الفطريات . ويزداد الفعل الحافظ للحامض بازدياد الحموضة الفعلية فى الوسط . ويعتقد أن جزيئات الحامض غير المتأينة هى المؤثرة فى الحفظ .

وتضاف سوربات البوتاسيوم أحياناً مختلطة ببنزوات صوديوم بأجزاء متساوية كما فى عجينة الفاكهة التى تحفظ بإضافة المخلوط إليها بنسبة ٠٫٠٨ إلى ٠٫١٤ فى المائة . ويضاف حامض السوربيك إلى عصير الطماطم بنسبة ٠٫٠٥ إلى ٠٫٠٧ فى المائة، وللسلى الصناعى بنسبة ٠٫٠٦ إلى ٠٫١٢ فى المائة وللمستردة بنسبة ٠٫٠٥ إلى ٠٫١٢ فى المائة . وتستعمل أملاح حامض السوربيك أيضاً فى حفظ المياه الغازية والنبيذ والجبن والأسماك والدقيق والفطائر وبعض منتجات اللحوم . وينصح بإضافة مثل هذه المواد الحافظة بعد انتهاء المعاملة الحرارية كلما أمكن ذلك .

حامض الدهيدرو أستيك :

يستعمل هذا المسحوق المتبلور الحمضى الطعم على نطاق ضيق ، ويضاف أحياناً لورق تغليف الجبن .

بروبيلين الجليكول :

يستخدم هذا المركب فى تطهير جو الغرف المبردة فيصب فيها على هيئة رذاذ . وهو مركب عديم اللون والرائحة يمنع نمو الفطريات .

الجليكول ثلاثى الإيثيلين :

يفيد هذا السائل فى تطهير جو غرف التبريد ، ويستخدم بتركيزات ضئيلة للغاية فى حدود جزء فى المليون .

أكسيد الإيثلين أو البروبيلين وبروميد الميثايل :

هذه المواد المتطايرة تفيد فى عمليات التبخير ، وقد أتت بنتائج طيبة فى حالة الأغذية المجمدة .

حامض الفورميك والفورمالدهيد :

استخدم حامض الفورميك والفورمالدهيد فى حفظ منتجات الألبان ، ويعتقد أنه من المفضل استبعاد هذين المركبين لتأثيرهما السام عند ارتفاع التركيز ولتأثيرهما على الهضم والإمتصاص فى جسم الإنسان . ويمكن استخدام هذين المركبين فى عمليات التنظيف والتطهير .

حامض الساليسيليك أو الستريك أو الطرطريك :

يستخدم حامض الساليسيليك والساليسيلات على نطاق ضيق فى الحفظ ، أما حامضا الستريك والطرطريك فيضافا إلى الأغذية لرفع حموضتها فيساعد ذلك على طول مدة الحفظ . ويفيد الغمر فى محلول حامض الستريك فى منع حدوث التغير فى لون الفاكهة أو الخضر .

المضادات الحيوية :

استخدمت المضادات الحيوية ، أى المواد التى تفرزها الخلايا الحية أثناء التمثيل الغذائى ولها القدرة على إيقاف نشاط الأحياء الدقيقة الضارة ، فى وقاية الإنسان والحيوان والنبات من بعض الأمراض . وقد استخدمت هذه المضادات الحيوية فى حفظ الأغذية أيضاً على نطاق محدود بالرغم من الاعتقاد بأن استمرار تناول الأغذية المحتوية عليها يضر بالإنسان ويحرم الجسم من الإستفادة من تأثير هذه المضادات الحيوية وقت اللزوم فى الحالات المرضية . وأكثر المواد الغذائية معاملة بالمضادات الحيوية هى اللحوم والطيور ، وتجرى المعاملة بطرق متعددة ، فقد توضع المضادات الحيوية فى غذاء الحيوان قبل ذبحه بمدة معينة ، وقد ترش على جسم الحيوان أو على بعض

أجزائه بعد الذبح ، وقد تعامل قطع اللحم المجهزة بهذه المواد ، وقد يحقن الحيوان بهذه المواد قبل الذبح .

ويلاحظ فى استخدام مثل هذه المضادات الحيوية أنها شديدة التخصص ، فكل مادة لها أثرها الفعال ضد أحياء دقيقة معينة دون الأخرى. وهذا يعنى أنه يتحتم معاملة المادة الغذائية بعدة مضادات حيوية بقصد إيقاف نشاط أحياء دقيقة متنوعة ، وهذا يمثل إحدى الصعوبات فى استخدام المضادات الحيوية .

ويؤدى استخدام المضادات الحيوية فى حفظ الأغذية إلى اكتساب بعض الأحياء الدقيقة الضارة مناعة ضد هذه المواد ، ويترتب على ذلك عدم فاعلية هذه المواد فى الحالات المرضية التى تطرأ على الإنسان . وهذه الحقيقة التى أثبتتها البحوث العلمية تشير إلى خطورة استخدام هذه المضادات الحيوية فى حفظ الأغذية .

ولا يخفى أن العديد من الأشخاص يتصف بالحساسية تجاه بعض هذه المضادات الحيوية ، فمن الخطورة إذن حفظ أغذية مثل هؤلاء الأفراد بإضافة المضادات الحيوية إلى الغذاء .

ويؤثر تعاطى المضادات الحيوية بصفة مستمرة فى الغذاء فى أنواع وأجناس الأحياء الدقيقة الموجودة طبيعياً داخل جسم الإنسان مما قد يؤدى إلى تحول بعض هذه الكائنات من كائنات عادية إلى كائنات ضارة وقد تؤثر هذه المضادات الحيوية فى التوازن الكائن بين الكائنات الحية الموجودة طبيعياً فى الجهاز الهضمى للانسان بحيث تسود بعض الأنواع على غيرها فتصبح حينئذ ضارة بالإنسان .

لذلك ينصح فى استخدام المضادات الحيوية لحفظ الأغذية أن تقتصر الإضافة على أنواع المضادات الحيوية التى لا يستخدمها الطب فى علاج الإنسان عادة ، وأن يدرس الأثر الحيوى والفسيولوجى والطبى لهذه الأنواع قبل استعمالها فى حفظ الأغذية ، وأن تستعمل المواد التى يمكن أن يتحلل بتأثير حرارة طهى الغذاء ، وأن يحدد على بطاقة عبوة الغذاء نوع المضادات الحيوية المضافة ليسترشد بذلك الأشخاص المصابون بالحساسية . وألا يكون الهدف من إضافة المضادات الحيوية هو تغطية نتيجة التقصير فى عمليات النظافة وتطبيق الإشتراطات الصحية .

وقد سمحت التشريعات الغذائية فى بعض الدول بإضافة مضادات حيوية معينة فى حفظ الأسماك ، كما فى كندا ، وحفظ اللحوم والدواجن ، كما فى الولايات المتحدة الأمريكية . والشائع هو إضافة المضادات الحيوية للمياه المثلجة والثلج المستعملين فى تبريد الأسماك ، وغمس الدجاج بعد الذبح وإزالة الريش فى محلول المضادات الحيوية .

ثانى أكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز وأملاحه :

يستعمل ثانى أكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز والكبريتيتات بكثرة فى حفظ الأغذية منذ أمد بعيد . ويتبقى جزء من ثانى أكسيد الكبريت المضاف للفاكهة فى صورة متحدة عادة . وأكثر المكونات ميلا للاتحاد بحامض الكبريتوز هى السكريات التى تتفاوت أفرادها فى مدى ميلها للارتباط بحامض الكبريتوز . ويعزى التأثير الحافظ إلى وجود حامض الكبريتوز على حالة حرة ، وليس إلى الجزء المرتبط منه ، كما أن جزىء الحامض غير المتأين هو الفعال فى التطهير .

ويعتبر ثانى أكسيد الكبريت ساماً للأحياء الدقيقة الملوثة للغذاء ، ويكون تأثيره على الفطر والبكتريا أقوى من تأثيره على الخميرة ، كما أنه لوحظ أن له تأثير مثبط على بعض الإنزيمات المؤكسدة والبكتينية ، وهو يساعد فى احتفاظ المادة الغذائية بلونها حيث يعمل كعامل مختزل . ومن الآثار الضارة التى يتركها ثانى أكسيد الكبريت فقد بعض الفيتامينات مثل الثيامين ، بالرغم من مساعدته على الاحتفاظ ببعض الفيتامينات الأخرى مثل فيتامينى ج ، ا .

ويضاف ثانى أكسيد الكبريت أو حامض الكبريتوز للفاكهة عند إعدادها للحفظ ، مع مراعاة عدم تجاوز نسبة الغاز فى الفاكهة المحفوظة الحد المسموح به قانوناً . وعادة لا يتجاوز تركيز ثانى أكسيد الكبريت المتبقى فى الفاكهة المحفوظة ١٠ إلى ١٥ جزءاً فى المليون . وقد يضاف الغاز بنسبة ١ر٠ فى المائة للمحلول الملحى المستخدم فى حفظ الأسماك ، ولو أن هذا ليس مرغوباً . ويستعمل الغاز دائماً فى صناعة التجفيف إذ لوحظ أن عملية الكبرتة توقف نشاط الأحياء الدقيقة على المواد المجففة وتقلل من حدوث تغيرات فى الأغذية المجففة بفعل الأكسدة أثناء التخزين ، فضلا عن أن الغاز له تأثير طارد على الحشرات التى تهاجم الأغذية المجففة . ويعتبر

التركيز المناسب من الغاز فى صناعة التجفيف متراوحاً بين ٢٥٠ ، ٥٠٠ جزءاً فى المليون للخضروات ، ١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ جزءاً للفاكهة . وتفيد عملية الكبرتة كثيراً فى حالة الأغذية المجففة التى لا تسلق عادة مثل البصل والثوم .

ولا يجوز استعمال ثانى أكسيد الكبريت فى حالات التخمر ، إذ أن التركيز المرتفع منه يوقف عملية التخمر . كذلك لا يفضل استخدامه فى حفظ اللحوم لأنه يكسب اللحوم لوناً وردياً يخفى أعراض التحلل أى الفساد .

ويجب التخلص من غالبية ثانى أكسيد الكبريت فى الغذاء قبل تناوله ، ويتم ذلك عادة بتأثير حرارة الطهى ، فالنسبة التى تتبقى فى الغذاء لا تتجاوز أربعة أجزاء فى المليون . وتحدد التشريعات الغذائية النسب المسموح بها من ثانى أكسيد الكبريت فى الأغذية المختلفة ، كأن تكون بحد أقصى قدره ٢٠٠ جزءاً فى المليون فى الفاكهة المعدة للاستهلاك المباشر .

حامض النتروز وأملاحه :

تستعمل النترات والنتريت فى حفظ بعض الأغذية . ويعتقد أن التأثير الحافظ للنتريت يرجع إلى إرتباطها بمركبات الكبريت اللازمة لتغذية الأحياء الدقيقة . وتساعد الظروف الهوائية ووجود الجلوكوز على تحمل الأحياء الدقيقة لتركيزات أعلى من النتريت ، إلا أن التأثير الحافظ للنتريت يزداد بازدياد الحموضة الفعلية وبتوفر بعض المواد مثل التيروزين . وعادة يكفى تركيز ٤٠ جزءاً من النتريت فى المليون لمنع نمو الأحياء الدقيقة على اللحوم . والتركيزات المستخدمة فى حفظ اللحوم صناعياً تكون عادة أقل مما ذكر ، كما قد تستخدم النتريت لإكساب اللحوم لوناً أحمر جذاباً إذ لوحظ أن النتريتات المختزلة تؤدى إلى تكون هيموجلوبين ذى لون مرغوب بدلا من الأوكسى هيموجلوبين الأحمر الداكن . وتشير الأبحاث إلى أن النتريت تعطى أكسيد نتروجين وهذا الغاز هو المسئول عن تثبيت لون الهيموجلوبين . وينتج الغاز فى الظروف الحمضية . وللنتريت تأثير أقوى فى حفظ الأسماك من البزوات عند تساوى التركيز الذى يكون عادة فى حدود ٠٫٠٥ إلى ٠٫٢ فى المائة .

وتستعمل النترات فى الحفظ أيضاً ، إلا أن لها تأثير مخالف . فالنترات يسهل معها حدوث الأكسدة وهذا يهىء الفرصة لنشاط الأحياء الدقيقة الهوائية وتوقف نشاط الأحياء الدقيقة اللاهوائية ، بينما النتريت تقلل من حدوث الأكسدة فى الغذاء وبالتالى تنشط الكائنات الحية اللاهوائية ويتوقف نشاط الأحياء الدقيقة الهوائية .

فوق أكسيد الإيدروجين :

تستعمل بعض المواد المؤكسدة فى حفظ الأغذية ، ومن بينها فوق أكسيد الإيدروجين الذى يوجد عادة فى الأنسجة الحية بتركيزات منخفضة لا تصل إلى الحد السام . ولا يتجاوز التركيز المستخدم من فوق أكسيد الإيدروجين ٠,١ فى المائة . وللمركب تأثير على البكتريا اللاهوائية المكونة للجراثيم ، كما أن الحرارة تساعد فى زيادة تأثير المركب . ويزداد ثبات المركب فى الوسط الحامضى .

وقد استعمل فوق أكسيد الإيدروجين فى إبادة الأحياء الدقيقة الملوثة للبن السائل ، فأضيف المركب إلى اللبن بتركيز ٠,١ فى المائة وترك اللبن بضع دقائق بعدها أضيف مستحضر إنزيم الكتاليز النقى لتحليل فوق أكسيد الإيدروجين المضاف ثم سخن اللبن لقتل الإنزيم قبل تعبئة اللبن فى الزجاجات المعقمة .

الكلور :

يقتصر استعمال الكلور فى مصانع حفظ الأغذية على تطهير المياه والماكينات والأدوات . وقد تستعمل الهيبوكلوريت بدلا من الكلور حيث ينطلق الكلور الحر بتحلل الملح . وتتأثر كفاءة الكلور فى التطهير بمقدار الحموضة الفعلية وبنسبة المواد العضوية التى يمكن أن ترتبط بالكلور .

حامض البوريك وأملاحه :

استخدم حامض البوريك قديماً فى حفظ اللحوم والأسماك المصنعة والزبد والقشدة والمسلى النباتى والبيض واللبن ، إلا أن التشريعات الحديثة فى معظم الدول تحرم

إضافة حامض البوريك وأملاحه للأغذية إستناداً إلى سميته فى التركيزات المرتفعة وإلى تأثيره الضار على الكلى .

ويستعمل البوراكس بكثرة كمطهر فى عمليات غسيل الفاكهة والخضروات المعدة للحفظ أو للتصدير ، والنسب الشائع استعمالها هى ٦ فى المائة بوراكس أو أربعة فى المائة فقط مضافا إليها إثنين فى المائة حامض بوريك .

المعادن الثقيلة :

للمعادن الثقيلة كالزئبق والفضة تأثير مثبط على نمو الأحياء الدقيقة ، ويعزى هذا التأثير إلى إحداث تجمع البروتينات فى خلايا الأحياء الدقيقة . لكنه ليس ممكناً استعمال مثل هذه المعادن فى حفظ الأغذية نظراً لتأثيرها السام . لذلك فهذه المواد تستعمل فى تطهير المياه والآلات والأدوات ، وقد تستعمل أيونات الفضة فى الحفظ ، سواء منفردة أو فى وجود غاز النتروجين أو ثانى أكسيد الكربون .

ملح الطعام :

من أقدم المواد استخداما فى حفظ الأغذية ملح الطعام ، وهو يستعمل بمفرده فيؤدى التأثير الحافظ عند ما يصل تركيزه إلى ١٦ فى المائة فأكثر ، وقد يقرن تأثيره بتأثير أحد الأحماض فى حالة انخفاض تركيزه عن الحد الكافى للحفظ . ومن أشهر المنتجات الغذائية المحفوظة بتأثير ملح الطعام الأسماك المملحة والمخللات .

ويعزى التأثير الحافظ للملح إلى سميته بالنسبة للأحياء الدقيقة أو إلى امتصاصه للرطوبة من الوسط فتصبح هذه غير متيسرة للكائنات الحية أو إلى إحداثه تبلزم خلايا الكائنات الحية أو إلى إتلافه بروتوبلازم خلايا الميكروبات . ويشير بعض الباحثين إلى أن تأثير ملح الطعام فى حفظ الأغذية يعزى إلى خمسة عوامل مجتمعة هى فعله فى تجفيف خلايا الكائنات الحية ، وتأثير أيون الكلور الناشىء من تأين الملح ، والتقليل من كمية الأوكسيجين الذائب فى المحلول فتصبح الظروف أقل مناسبة لكثير من الأحياء الدقيقة ، وزيادة حساسية الأحياء الدقيقة لغاز ثانى أكسيد

السكربون الذى تنتجه ، وتثبيط فعل الإنزيمات المحللة للبروتينات فتصبح كمية البروتينات المتحللة المطلوبة لنمو الأحياء الدقيقة محدودة .

ومما لا شك فيه أن التركيز المرتفع من ملح الطعام يسبب بلزمة خلايا الكائنات الحية فتفقد هذه معظم رطوبتها وهذا يؤدى إلى إيقاف نشاطها . وتتفاوت الأحياء الدقيقة فى مدى تحملها لتركيزات ملح الطعام . فمثلا بكتريا حامض اللكتيك تتحمل تركيزاً من الملح لا تتحمله بعض أنواع البكتريا الهوائية .

ويؤدى رفع تركيز الملح إلى خروج الماء من خلايا الخضروات فينخفض تركيز المحلول الملحى تدريجياً . وينصح فى حالة التخليل بالبدء بتركيز منخفض نسبياً ثم رفع التركيز تدريجياً أثناء التخليل. وتملح الأسماك بالملح الجاف أو بمحاليل ملحية مركزة . كما تعامل الأسماك أثناء تجفيفها أو تدخينها بملح الطعام . وتحفظ اللحوم بالملح أيضاً . فبعضها يحفظ بتركيز يتراوح بين ٩ ، ١١ فى المائة ملح طعام. ولا يخفى أن هناك أحياء دقيقة تنمو عند تركيزات من الملح مرتفعة نسبياً ومستخدمة فى حفظ بعض الأغذية ، ولذا فإن هذه الأحياء تسبب فساد اللحوم والأسماك أثناء تمليحها.

السكر :

سبق الإشارة إلى التأثير الحافظ للسكر عندما يرتفع تركيزه فى المنتجات الغذائية إلى ٦٨ أو ٧٠ فى المائة ، كما فى المربى ، ويعزى التأثير الحافظ للسكر إلى تجفيفه خلايا الأحياء الدقيقة نتيجة لإمتصاصه الرطوبة .

والمربى من المنتجات التى تحفظ بارتفاع نسبة المواد الصلبه بها ، ومعظم هذه المواد سكر . ويجب مراعاة تخزين المربى فى جو جاف لأن ارتفاع الرطوبة فى الجو المعرضة له المربى يسبب نمو الفطريات . والفاكهة المسكرة يحفظها من الفساد نسبة السكر المرتفعة ووجود بللورات السكر على سطحها . والحلوى الطحينية والشيكولاتة يتدخل فى حفظها ارتفاع نسبة السكر بها . وبعض اللحوم المضاف فى تصنيعها سكر يساعد هذا على الحفظ ربما بتحلله إلى حامض لكتيك بفعل بكتريا حامض اللكتيك فترتفع الحموضة مما يقلل من نشاط الأحياء الدقيقة الأخرى .

التوابل :

تضاف التوابل طبيعياً في تحضير كثير من الأغذية ، وكثير من هذه التوابل له تأثير مثبط على نمو الأحياء الدقيقة . ويعتبر مستخلص التوابل أقوى فعلا من التوابل نفسها . ويعتقد أن بعض هذه التوابل يرجع فعلها فى الحفظ إلى إحتوائها على مضادات حيوية ، مثل البصل . ويختلف التركيز الحافظ باختلاف أنواع التوابل ، كما تتفاوت الأحياء الدقيقة المختلفة فى مدى تأثرها بالتوابل .

وأكثر التوابل ذات التأثير الحافظ استخداماً فى تصنيع الأغذية هى الفلفل الأسود والشطة والقرنفل والزنجبيل والقرفة واليانسون والكراوياء والكمون والكرفس والكركم وجوزة الطيب والثوم .

الخل :

للخل تأثير حافظ فهو المسئول أساساً عن حفظ صلصة الطماطم الحريفة . ولحامض الخليك الثلجى تأثير أقوى فى الحفظ . ويعزى تأثير الخل فى لحفظ إلى رفعه الحموضة الفعلية فى المنتجات الغذائية ، والخل المضاف للمخللات له أثره فى الحفظ . ويساعده فى تأثيره ملح الطعام والتوابل المضافة . ولا يعوق الخل فى التركيزات المنخفضة نمو ونشاط بعض الأحياء الدقيقة التى تتحمل الحموضة المرتفعة . ويضاف حامض الخليك للخبز فى بعض البلاد ذات الجو الحار لمنع نمو البكتريا المسببة لتحبل الخبز .

حامض اللكتيك :

يرجع التأثير الحافظ لحامض اللكتيك إلى رفعه نسبة الحموضة الفعلية فى المنتجات الغذائية . ويضاف الحامض عادة بتركيز يتراوح بين ٢ ، ٣ فى المائة . وقد يتكون حامض اللكتيك من السكريات الموجودة فى الغذاء أثناء التخمر بفعل بكتريا حامض اللكتيك ، كما هو الحال فى صناعة التخليل . ولا يكفى تركيز حامض اللكتيك المتكون للحفظ ، ولذا يحتاج الأمر إلى إضافة مواد أخرى ذات تأثير حافظ لمساعدة

الحامض فى الحفظ . مثال ذلك التوابل والخل وملح الطعام . ويمكن غمس الأسماك فى محلول حامض لـكتيك حتى ترتفع حموضة السمك إلى حد معين ، غير أن هذا ليس مرغوباً .

كحول الإيثايل :

للـكحول تأثير مثبط على نمو الأحياء الدقيقة حيث يسبب جفافها وتجميع بروتيناتها وإيقاف نشاط إنزيماتها . ولا يضاف الـكحول عادة للأغذية بقصد حفظها، لـكنه يؤثر فى حفظ المشروبات الـكحولية وبعض أنواع الحلوى .

الجليسرين :

قد يضاف الجليسرين لبعض المنتجات الغذائية بقصد الحفظ ، بشرط ألا يكون الغرض من إضافته هو إخفاء بعض عيوب الغذاء . وعادة يضاف الجليسرين كمادة مثبتة للقوام ، ويعزى فعل الجليسرين فى الحفظ إلى إمتصاصه الرطوبة من الخلايا البكتيرية .

الزيوت العطرية :

كثير من الزيوت الطيارة لها تأثير حافظ وحالياً تضاف مستخلصات التوابل المحتوية على الزيوت العطرية إلى المنتجات الغذائية لإكسابها نكهة ، وفى نفس الوقت تشترك هذه المستخلصات فى التأثير الحافظ .

التدخين :

تكسب عملية التدخين اللحوم والأسماك طعماً مميزاً ، وتعتبر عملية التدخين إحدى طرق الحفظ . وتعزى التغيرات التى تحدث فى الأسمـاك واللحوم المدخنة إلى تأثير ناتجات إحتراق مواد التدخين .

ويسبق تدخين الأسماك عادة عملية تمليح Salting فتغمس هذه الأسماك عقب صيدها مباشرة فى محلول ملحى تركيزه يتراوح بين ٢ ، ١٢ فى المائة حسب طول

مدة حفظ الأسماك قبل تدخينها فيزداد التركيز بطول مدة انتظار الأسماك لعملية التدخين . وعملية التمليح هذه تفيد فى حفظ الأسماك . بالإضافة إلى كونها تكسب الأسماك طعماً مرغوباً وتؤدى إلى احتفاظ الأسماك بتماسك أنسجتها .

وقد يسبق التدخين عملية تجفيف مبدئى للأسماك بإمرار تيار من الهواء الدافىء عليها أو بوضعها فى مجففات صناعية مع مراعاة عدم ارتفاع درجة الحرارة كثيراً منعاً لإكساب الأسماك الطعم المطبوخ. فعملية التجفيف هذه تساعد فى حفظ الأسماك ، علاوة على إكسابها للأسماك صفة تماسك الأنسجة وزيادة القدرة على امتصاص غازات التدخين وتكوين قشرة شبه جافة على السطح تساعد فى حفظ الأسماك .

وتحتوى الأسماك المدخنة على نسبة مرتفعة من الرطوبة لا تتناسب مع الحفظ ، لذلك ينصح دائماً بتخزين الأسماك المدخنة على درجة حرارة منخفضة .

مانعات الأكسدة :

لمانعات الأكسدة أهمية فى حفظ الزيوت والدهون والفاكهة والخضروات . فهذه المواد تمنع حدوث التزنخ فى الدهون والزيوت والأغذية المحتوية على نسبة مرتفعة من المواد الدهنية كالبسكوت والفطائر والشيكولاتة وغيرها . وليس من السهل إيقاف حدوث التزنخ فى الأغذية باستخدام طرق الحفظ الأخرى . ويفسر فعل مانعات الأكسدة بتحليلها فوق الأكسيد المتكون فى الدهن فتتكسر سلسلة التفاعلات نتيجة لحرمان جزيئات الدهن غير المتأكسدة من الطاقة اللازمة لتكوينها فوق أكسيد . ويجب أن تضاف مانعات الأكسدة للدهون مبكراً وقبل أن يستمر فيها التزنخ الأكسيدى بدرجة واضحة ، لأن مانعات الأكسدة تضاف بنسبة ضئيلة للغاية قد لا تؤدى الفائدة المرجوة منها إذا كان جزء كبير من الدهن قد تزنخ فعلا .

ويراعى فى اختيار مانعات الأكسدة أن تكون قابلة للذوبان فى الزيت أو الدهن ، وغير سامة ، ولا تتأكسد إلى مواد سامة ، ولا تغير لون المادة الدهنية ، ولا تؤثر فى طعم المادة الغذائية ، ولا تكسب المادة الدهنية رائحة غريبة .

وأهم مانعات الأكسدة المستخدمة فى الصناعات الغذائية التوكوفيرول والفوسفوليبيدات ، وجالات البروبايل وحامض الأسكوربيك ، وثانى أكسيد الكبريت ، DHA ومزيج المركب الأخير مع جالات البروبايل وحامض الستريك .

والثيويوريا من المواد المستخدمة فى منع حدوث التأكسد فى بعض الفواكه والخضر بعد نضجها فتغمس الأجزاء النباتية فى محلول المادة التى تؤدى فعل مانعات الأكسدة . إلا أنه يعترض على استعمال هذه المادة فى الأغذية لما لها من أثر ضار على الغدة الدرقية ، ويفضل معاملة الفاكهة المجزأة كالتفاح والكمثرى والخوخ والمشمش بحامض الأسكوربيك قبل التخزين لمنع حدوث الأكسدة وتلون أجزاء الفاكهة باللون البنى . وعند تعبئة الفاكهة فى محلول سكرى يمكن أن يضاف حامض الأسكوربيك للمحلول السكرى كما يمكن مزج قدر مناسب من حامض الأسكوربيك مع قدر من السكر ونثره فى العبوة قبل القفل . ويجب تحاشى تعريض حامض الأسكوربيك المضاف للحرارة المرتفعة منعاً لتحلله . ويستخدم ثانى أكسيد الكبريت بكثرة فى منع الأكسدة لقدرته على الاتحاد بالأوكسجين فيقى الفاكهة والخضر من حدوث الأكسدة ويحفظ فيتامين ج ، بالرغم من أنه يتلف فيتامين ب .

الأسماء التجارية لبعض المواد الحافظة :

يوضح الجدول التالى الأسماء التجارية لبعض المواد الحافظة :

الإسم الكيمائى	الإسم التجارى
Calcium α-monosulfonate-β-naphthol	Abrastol
Calcium α-monosulfonate-β-naphthol	Asaprol
Esters of p-hydroxybenzoic acid	Aseptoforms
n-Butyl-p-hydroxybenzoate	Butoben
Dehydroacetic acid	D H A
Sodium 2.4.5-trichlorophenate	Dowicide B
Sodium pentachlorophenate	Dowicide G
Higher esters of p-hydroxybenzoic acid	Esteril
Potassium metabisulfite	Jiffy-Pak
Phenylmercuric borate	Merfene
p-Chlorobenzoic acid, sodium salt	Mikrobin
Methyl p-hydroxybenzoate	Moldex
Sodium benzoate and benzoic acid mixture	Moldol
Propionic acid salt (calcium or sodium)	Mycoban
3-acetyl-6- methyl-2,4-pyrandione; Dehydranone	Dehydro-acetic acid

الإسم الكيمائي	الإسم التجاري
Benzyl p-hydroxybenzoate	Nepabenzyl
Butyl p-hydroxybenzoate	Nipabutyl
Propyl and ethyl p-hydroxybenzoate sodium salt, 6:4 combination	Nipacombin-A
Methyl p-hydroxybenzoate	Nipagin M
Ethyl p-hydroxybenzoate	Nipahin A
Hydroxybenzoic acid ester combination	Nipasept
Propyl p-hydroxybenzoate	Nipasol M
Chlorine releasing compound	Nipicide
Methylpropyldiphenol-p-hydroxybenzoate	Paragerm
Butyl, ethyl, methyl and propyl p-hydroxybenzoate	Parasept, butyl, ethyl, methyl, and propyl
Sodium sulfite, also formaldehyde	Preservaline
Chlorobenzyl deriv. or alkylamide of dimethylaminoacetic acid	Quartamon
Methyl p-hydroxybenzoate	Solbrol
Butyl, ethyl, methyl, and propyl p-hydroxybenzoate	Tegosept B
Monochloroacetic acid	505

والجدول التالى يبين الأسماء التجارية لمركبات الأمونيوم المستخدمة فى الحفظ :

الإسم الكيمائي	الإسم التجاري
N-(Acylcol-amino-formyl-methyl)-pyridinium chloride	Emulsept E 607 Special
N-(Acylcol-amino-formyl-methyl)-triethylammonium chloride	Catol
N-(Acylcol-amino-formyl-methyl)-triethylammonium chloride	Emulsol 605
Alkylarylpyridinium chloride	Emcol 888
Alkylbenzyl-dimethyl-ammonium chlorides	Bionol A, Biopal G, No-Roma, Onyx, B T C, Roccal, Roolina, Rodalon, Sterra — Glo, Zephiran, Zephirol, Zylium,

الإسم الكيماوى	الإسم التجارى
Alkyl-3,4-dichloro-benzyldimethyl-ammonium chlorides	Tetrosan
Alkyltrimethyl-ammonium chlorides	Arquads
Benzylcetyl-dimethyl-ammonium chloride	Cetyl-Zephiran, Triton, K-12, Cetylon
Benzyldimethylmyristamidopropylammonium chloride	Aerosol M, Surface active Agent M
Benzyldimethyl - (p-(2-methyl-4.4-dimethyl-pentano-2) (phenoxy-ethoxyl-ethyl))-ammonium chloride	Hyamine 1622, Phemeride, Phemerol, Phemerol chloride, Polymine D, XYZ Disinfectant, Hydrocide 1862. Amerse
Benzyldimethyl- (p-(2- methyl- 4,4-dimethyl- pentano- 2) (tolyloxy-ethoxy- ethyl))- ammonium chloride	Hyamine 10-X, Xydrocide 10-X
Benzyldimethyl-oleylammonium chloride	Decab
Benzyldimethylstearylammonium chloride	Octab, Triton K-60
Benzyldodecyldimethylammonium chloride	Nopco QCI, Q.A.S. Ster-Bac
Cetyldimethylethylammonium bromide	Ethyl cetab
Cetylpyridinium chloride	Ethyl cetab. Ceepryn chloride
Cetyltrimethylammonium bromide	CTAB, Cetavlon, Cetab
Didodecyldimethylammonium bromide	Isonol DL 1 ,
Didodecyl tetramethyl- B- hydroxy-propylenediammonium bromide	Damol
Dodecylchloroethoxyethyldimethyl-ammonium chloride	Isothan OX
Dodecylisoquinolinium bromide	Isothan Q 15

الإسم الكيماوى	الإسم التجارى
Dodecylpyridinium bromide	Isothan Q 4
Dodecylpyridinium chloride	Emulsol 660 B. Fuldicide
Ethyldimethyloleylammonium bromide	Onyxide, Quartol P. , Quartol, Ethyl decab
Ethyldimethylstearylammonium bromide	Octimet
Trimethylstearylammonium bromide	Product QB, Retarder LA

وفيما يلى أسماء مانعات الأكسدة المقترح إستخدامها فى حفظ الأغذية :

١ — مستخلص جنين حبوب القمح مضافاً إليه حامض ستريك .

٢ — السائل المتقطر من إزالة رائحة زيت السمسم بالبخار .

٣ — الليسيثين أو الفوسفاتيدات المنفصلة من زيت فول الصويا .

٤ — الفوسفاتيدات المنفصلة من زيتى الذرة وبذرة القطن .

٥ — الفوسفاتيدات المنفصلة من الأنسجة الحيوانية .

٦ — ناتج تفاعل الدهن أو المركب الفوسفورى كالليسيثين أو حامض الفوسفوريك مع السكر .

٧ — صمغ Gum guaiac

٨ — البقايا المتخلفة من تقطير زيت التوابل كالقرنفل .

٩ — الجالات مثل جالات البروبايل وجالات الإيثايل وحامض الجاليك .

١٠ — دقيق الزمير والحبوب الغذائية المطحونة .

١١ — الكتاليز .

١٢ — التوكوفيرولات مع الإنزيمات .

١٣ — التانينات .

١٤ ـــ الهيدروكسى كرومانات .

١٥ ـــ النافثول والكينون والكينولات مع حامض الأسكوربيك أو الهيدروكسى كرومانات .

١٦ ـــ حمض الكافيك منفرداً أو مع حامض أسكوربيك أو حامض طرطريك أو حامض فوسفوريك أو الهيدروكسى كرومانات .

١٧ ـــ حامض الجلاكتيرونيك وحامض الجليكورونيك مع أحد مركبات النافثول أو الهيدروكسى كرومانات .

١٨ ـــ حامض الفوسفوريك أو حامض الفوسفوروز أو أملاح الفوسفوروز.

١٩ ـــ إسترات الجليسرول مع الأحماض الدهنية الفوسفورية .

٢٠ ـــ إسترات البولى جليسرول أو الجليكول أو البولى جليكول مع الأحماض الدهنية الفوسفورية .

٢١ ـــ ناتج تفاعل الجليسريدات الأحادية وحامض الفوسفوريك والبيتا أمينو إيثانول .

٢٢ ـــ استرات الفينولات عديدة الإيدروكسيل مع حامض الفوسفوريك .

٢٣ ـــ أحماض الأوكساليك والطرطريك والساليك والمالونيك والماليك والستريك والبيروفيك والسكسنيك والفيوماريك والأكونيتيك .

٢٤ ـــ حامض الأسكوربيك .

٢٥ ـــ الأسترات الأحادية للأحماض الدهنية وحامض الأسكوربيك اليسارى وحامض الأسكوربيك المشابه اليمينى .

٢٦ ـــ ناتج تفاعل زيت الخروع مع حامض الستريك أو الطرطريك أو أى حامض عضوى أو مع أندريد الماليك .

٢٧ ـــ ناتج تكثيف البولى فينول ، كالبيروجالول ، مع الكيتونات أو الألدهيدات أو الأحماض الدهنية .

٢٨ — مشتقات الفينول مثل ڤانيلات الميثايل ، وسيرنجات الميثايل .

٢٩ — المركبات الفينولية مثل كحول الڤانيلليل وكحول الـكونيفريل .

٣٠ — مركبات الأورثو والباراپولى هيدروكسى بنزين ذات الوزن الجزيئى المرتفع ، مثل السوديسيل هيدروكينون .

٣١ — إسترات التيروزين العضوية .

٣٢ — أمينات السكر أو الملح مثل الجلوكامين والميثايل جلوكامين واللوريل جلوكامين .

٣٣ — أحماض الهيدروكساميك .

رموز بعض المركبات الشهيرة :

حمض ڤانيليك

ك ا ا يد

ا ك يدم

ا يد

حمض باراهيدروكسى بنزويك

ك ا ا يد

ا يد

ك يدم كل ك ا ا يد

حمض خليك أحادى الكلور

ك يدم ك يد ا يد ك يدم ا يد

پروپيلين جليكول

ملح الصوديوم لحامض الخليك (دهيدرو)

حمض دهيدرو استك) (٣- استيل -٦- ميثايل -٢ ، ٤- بيرانديـــون ٍ نهيدرانون)

ك ا ك يد (ك ا) يدم ك (ك ا) يد ك ا (ك يدم)

يد ا ك يد٢ ك يد٢ ا ك يد٢ ك يد٢ ا ك يد٢ ك يد٢ ا يد   جليكول ثلاثى الإيثيلين

يد٣ ك   ك ن يد٢ن+١

كل — ن

يد٣ ك   يد٢ ك

كلوريدات ألكيل داى ميثايل بنزيل أمونيوم

إمكول ٨٨٨

ك١١ يد٢٣ ك ا ا . ك يد٢ ك يد٢ ن . ك ا . ك يد٢ ... ك يد٢ يد

ن

كل

ك يد٣   ك١٩ يد٣٣

ن

بر

يد٣ ك   ك يد٢ ك يد٣

إيثايل سيتاب

يد٣ ك   ك١٢ يد٢٥

ن

كل

يد٣ ك   ك يد٢ ك يد٢ ا ك يد٢ ك يد٢ ك يد٢ كل

أنزوناز OX

ك٩ يد١١ ا٤ كب ن٢ . س

بنسلين

س = بنتيل في بنسلين F

= أليل — عادى في بنسلين F دهيدرو

= بنزيل في بنسلين G

= بارا هيدروكسي بنزيل في بنسلين X

= هبتيل — عادى في بنسلين K

ك يد — ك يد — ن — ك — س

ص ا ا ك — ك — ن

ا

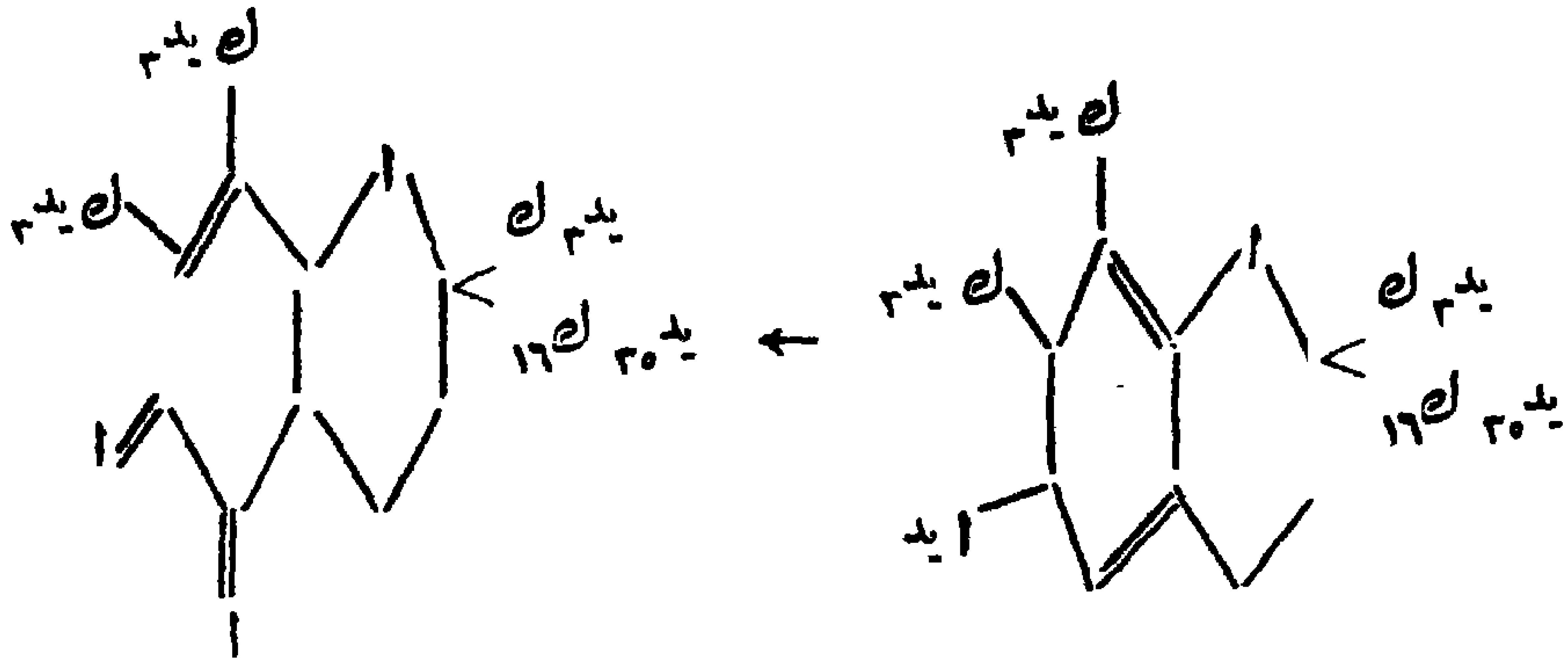
بنسلين

ا يد

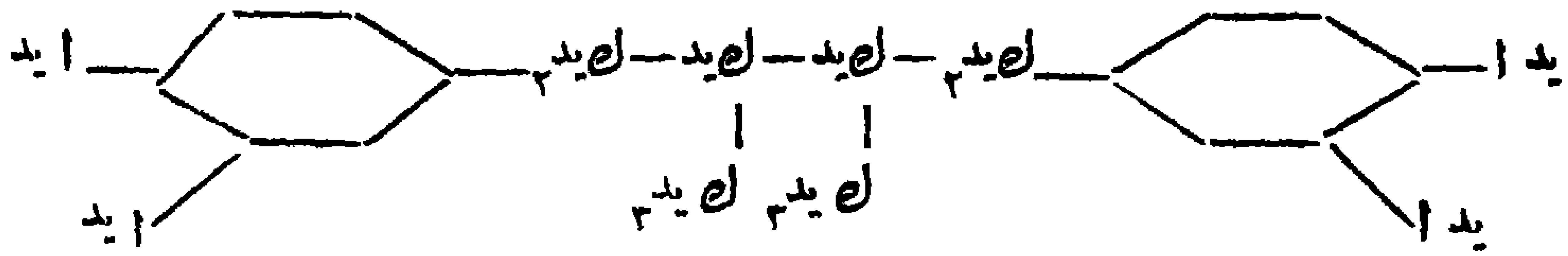
يد ا

— ٢ يد

+ ٢ يد



كرومان — ٥ ، ٦ — كينون (أحمر)　　　　جاما — توكوفيرول



نوردهيدرو جوايارتيك أسيد

تفسير عمل مانعات الأكسدة :

يفسر تأثير مانعات الأكسدة باختزال البيروكسيد (ف) بواسطة المادة المانعة للأكسدة (و) :

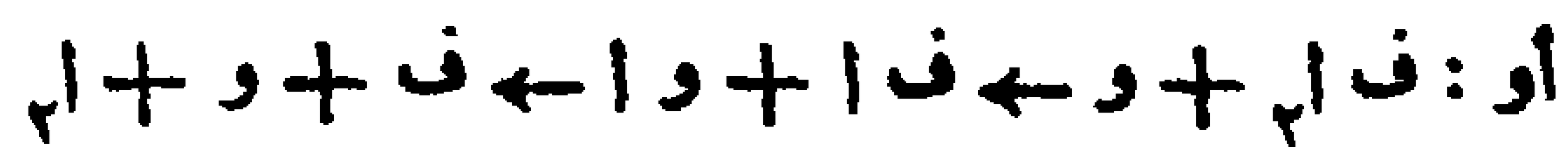


ف + ا٢ ← ف ا٢　　　ف ا٢ + و ← و ا٢ + ف

أو تتأكسد المادة المانعة للأكسدة ثم يختزل بيروكسيد الدهن والمادة المانعة للأكسدة كل منهما الآخر :

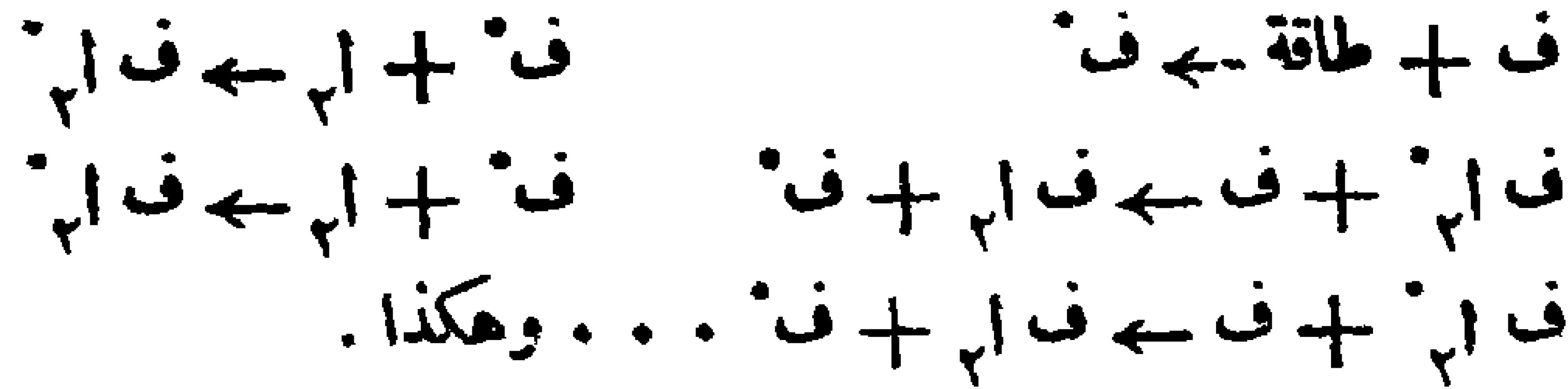


ف ا٢ + و ا٢ ← ف + و + ٢ ا٢



أو : ف ا٢ + و ← ف ا + و ا ← ف + و + ا٢

وقد يفسر عمل مانعات الأكسدة بسلسلة التفاعلات ، فجزيئات الدهن النشطة ف* تتفاعل مع الأوكسيجين مكونة بيروكسيدات نشطة وهذه تعطى طاقتها لجزيئات أخرى من الدهن وتستمر هذه التفاعلات :



ف + طاقة ← ف٭ ف٭ + ا٢ ← ف ا٢٭
ف ا٢٭ + ف ← ف ا٢ + ف٭ ف٭ + ا٢ ← ف ا٢٭
ف ا٢٭ + ف ← ف ا٢ + ف٭ . . . وهكذا .

فى وجود مادة مانعة للأكسدة تنتقل طاقة جزىء البيروكسيد النشط إلى المادة المانعة للأكسدة بدلا من انتقالها إلى جزىء دهن آخر فتتكسر سلسلة التفاعلات :

ف ا٢٭ + و ← ف ا٢ + و٭

وتعجز مانعات الأكسدة عن إعطاء طاقتها لجزىء الدهن فهى تتأكسد متحولة إلى جزىء غير نشط و٭ + ا٢ ← و ا٢

وقد يفسر فعل مانعات الأكسدة بالأكسدة الإختيارية selective oxidation حيث يسهل أكسدة مانعات الأكسدة على أكسدة المواد المراد حفظها من الأكسدة وهذا هو الأساس فى منع أكسدة حامض الأسكوربيك اليسارى فى عصير الفاكهة بإضافة حامض الأسكوربيك المشابه اليمينى .

قانون المواد الحافظة :

ينص القانون الصادر فى ١٩٥٣/١٢/٢٦ فى شأن المواد الحافظة على ما يلى :

مادة ١ : يقصد بالمادة الحافظة أى مادة تمنع أو تعوق أو تؤخر عمليات التخمر أو التحمض أو التحلل فى المواد الغذائية .

مادة ٢ : لا يجوز أن تضاف للمواد الغذائية أى مواد حافظة غير واردة فى الجدول الملحق بهذا المرسوم .

مادة ٣ : يجب أن تكون المادة الحافظة نقية ومطابقة لأحد دساتير الأدوية المعترف بها .

مادة ٤ : يجب ألا تزيد نسب المواد الحافظة المستعملة عن النسب الموضحة أمام المادة الغذائية كما هو وارد بالجدول .

مادة ٥ : يجب عند عمل عبوات المادة الغذائية التى تحتوى على مواد حافظة بيان هذه المادة الحافظة ونسبتها فيها ويحدد وزير التجارة والصناعة بقرار كيفية وضع هذا البيان .

مادة ٦ — لا يجوز استيراد مواد غذائية تحتوى على مواد حافظة أو بيعها أو عرضها للبيع أو طرحها أو حيازتها بقصد البيع مالم تكن مطابقة لأحكام هذا المرسوم .

مادة ٧ — تعتبر المواد الغذائية غير صالحة للاستهلاك إذا استعملت فى حفظها مواد حفظة غير مدرجة فى الجدول الملحق بهذا المرسوم أو إذا استعملت فى حفظها مواد حفظة بنسب تجاوز النسب المقررة .

مادة ٨ — يشترط فى المواد الغذائية المعدة للتصدير المحتوية على مواد حافظة على درجة تخالف أحكام هذا المرسوم أن تكون مميزة بعلامات خاصة يعينها وزير التجارة والصناعة بقرار منه ولا يجوز حيازة مواد غذائية معدة للتصدير إلا فى المصانع المنتجة لها أو المخازن الخاصة بها .

جدول المواد الحافظة

المواد الغذائية المسموح باستخدام المواد الحافظة بها	المواد الحافظة المسموح بها	أعلى نسبة مسموح بها جزء فى المليون
السجق واللحوم التى تستعمل فى حشو السجق أى التى تحتوى على لحوم نيئة أو حبوب أو بهارات	كب ا$_2$	٤٥٠
الفاكهة أو لب الفاكهة لعمل المربى أو لغرض التجفيف — الغير جافة :		
كريز	كب ا$_2$	٣٠٠٠
شليك		٢٠٠٠
فواكه أخرى		١٥٠٠
الفواكه الجافة :	كب ا$_2$	
مشمش		٢٥٠٠
زبيب		١٥٠٠

المواد الغذائية المسموح باستخدام المواد الحافظة بها	المادة الحافظة المسموح بها	أعلى نسبة مسموح بها جزء فى المليون
عصير عنب غير متخمر أو نبيذ غير كحولى	حامض بنزويك	٢٠٠٠
مشروبات أخرى للفواكه كحولية	كب أ٢	٣٥٠
المربات بما فى ذلك المرملاد والجلى المحضر بنفس الطريقة التى تحضر بها المربى	كب أ٢	٤٠
الجلى المتبلور أو الفواكه الجافة بما فى ذلك الفواكه المسكرة	كب أ٢	١٠٠
الفواكه أو لب الفواكه غير واردة بالجدول	كب أ٢	٣٥
السكر بما فى ذلك الجلوكوز وشراب عصير القصب	كب أ٢	٧٠
النشا	كب أ٢	١٠٠
الجلوكوز السائل	كب أ٢	٤٥٠
الجيلاتين	كب أ٢	١٠٠٠
البيرة	كب أ٢	٧٠
السيدر	كب أ٢	٢٠٠
أنبذة كحولية	كب أ٢	٤٥٠
المياه المعدنية	كب أ٢	٧٠
شراب الزنجبيل المخمر	حامض بنزويك	١٢٠
الخضروات المتبلة والصلصة المصنعة	حامض بنزويك	٢٥٠
الأنفحة	حامض بنزويك	٣جم/١٠٠ جم ص كل

والمقصود بحامض البنزويك فى هذا الجدول الحامض وأملاحه على أن تحسب الأملاح فى صورة حامض بنزويك ، والمقصود بثانى أكسيد الكبريت الغاز أو حامض الكبريتوز أو أملاحه على أن تحسب الأملاح فى صورة ثانى أكسيد الكبريت .

وينص القرار الوزارى رقم ٣١٠ لسنة ١٩٥٣ فى شأن كيفية وضع البيانات الخاصة بالمواد الحافظة على عبوات المواد الغذائية على ما يلى :

مادة ١ — يحدد فى وضع ظاهر من عبوة المادة الغذائية المعبأة فى عبوات مقفلة والتى تباع بالوحدة وتضاف إليهـا مواد حافظة طبقاً لأحكام المرسوم الصادر فى ١٩٥٤/١٢/٢٦ بيان بالمادة الحافظة المذكورة محرراً باللغة العربية وبمادة ثابتة اللون وبخط واضح وبحروف لا يقل ارتفاعها عن ٣ ملليمتر .

ويجوز أن يكون بيان تلك المادة محدداً بنسبة ثابتة أو محدداً بعدم مجاوزة النسبة المعينة بالجدول الملحق بالمرسوم المشار إليه .

مادة ٢ — يحرر البيان بالمادة الغذائية المذكورة فى المادة السابقة أو أوعية المواد الغذائية المعروضة للبيع فى أوعية باللغة العربية وبمادة ثابتة اللون وبخط واضح وبحروف لا يقل ارتفاعها عن ١ سنتيمتر .

مادة ٣ — يحرر على عبوات المواد الغذائية المعدة للتصدير والمحتوية على مواد حافظة على درجة مخالفة لأحكام المرسوم السابق المشار إليه بيان على العبوة بالكيفية المنصوص عليها فى المادة الأولى مرسوم مودع بمصلحة التشريع التجارى .

مادة ٤ — على التجار الذين يكون لديهم مواد غذائية مخالفة لأحكام هذا القانون أن يتصرفوا فيها خلال ٦ شهور . ومما يجدر ذكره أنه تبعاً للجدول يستعمل فى مصر فقط حامض البنزويك وأملاحه وحامض السكبريتوز وأملاحه وثانى أكسيد السكبريت وحامض البوريك فى المنفحة فقط .

عوامل الاستحلاب

تستعمل المستحلبات Emulsifiers or Emulsifying agents فى تثبيت قوام المستحلبات emulsions ومن هذه المواد الليسيثين وصفار البيض والجيلاتين وبعض الفوسفوليبيدات والصموغ النباتية وإيثير السليلوز cellulose ether وجليسريدات الأحماض الدهنية الأحادية والثنائية . وبعض مواد الاستحلاب المذكورة يؤدى مهمة تغليظ القوام thickening agent أيضاً ، مثل إيثير السليلوز (تشخين) .

وتفيد عوامل الاستحلاب فى تثبيت قوام المستحلب ، إذ أن مكونات المستحلب ، مثل الزيت والمـاء ، قد تنفصل عن بعضها بسبب سرعة إضافة الزيت أو عدم جودة

المزج أو حدوث التجمد أثناء التخزين أو فساد المستحلب بكتريولوجياً أثناء تخزينه . ومن أكثر عوامل الاستحلاب استخداماً في الصناعات الغذائية مركب الليسيثين الذى يدخل ضمن الليبيدات المركبة ويحتوى على فوسفور وقاعدة نتروجينية .

إيثير السليلوز :

يحضر الميثايل سليلوز إيثير بتفاعل السليلوز النقى مع كلوريد الميثايل فى وجود الصودا الكاوية ، ويباع تجارياً بأسماء متعددة منها Methocel . وهذا المركب غير سام وعديم الطعم والرائحة وخامل ومتعادل التأثير وعديم القيمة الغذائية .

جليكولات السليلوز :

توجد مستحضرات تجـــارية عديدة أساسها cellulose glycolic acid ، Sodium or aluminum celluloseglycolate . وهذه المواد غير سامة وعديمة القيمة الغذائية وتستعمل كعوامل استحلاب فى بعض المنتجات الغذائية .

الجليسريدات الأحادية والثنائية :

استعملت جليسريدات الأحماض الدهنية الأحادية والثنائية فى صناعة المرجرين لمنع خروج الماء منها أثناء التخزين ولتحسين قوامها وصفاتها . وتضاف مثل هذه المواد فى صناعة بعض العجائن لتحسين صفات الاستحلاب وتثبيت القوام وتأخير حدوث التزنخ فى المنتجات المخبوزة . ويمكن رفع نسبة السكر فى المنتجات المخبوزة المضاف إليها عوامل استحلاب .

ومن هذه المواد استيارات الجليسرين الأحادية وأوليات الجليسرين الأحادية اللذين يتميزان برائحة ضعيفة والإمكول والتيجاسيد .

اللوريل سلفوأسيتات :

المستحضر التجارى المعروف باسم Nacconal L.A.L. يضاف فى صناعة معجون الأسنان وهو أساساً عبارة عن lauryl sulfoacetate لوريل سلفو أسيتات .

استيارات البروبيلين :

هذه المادة الصلبة بيضاء اللون عديمة الرائحة تذوب فى الزيوت والمذيبات العضوية وتنتشر فى الماء الساخن . وهى بالإضافة لتثبيتها قوام المستحلبات فهى ذات أثر فى تغليظ القوام .

والبروبيلين جليكول أحادى الاستيارات يستعمل أحياناً فى الأغذية الدهنية ، وهو غير سام .

والبروبيلين جليكول أحادى اللورات يضاف لمستحلبات الزيت ، وهو عديم الرائحة .

والبروبيلين جليكول ألجينات تضاف لبعض المواد الغذائية فيما عدا الحلوى .

والبروبيلين جليكول أحادى كوكات من مواد الاستحلاب المعروفة .

الكيلات المانيتان :

يستعمل المانيتان أحادى الاستيارات أو الأوليات أو اللورات فى تثبيت قوام بعض مستحلبات المنتجات الغذائية كالزيوت النباتية .

الكيلات السوربيتان :

تضاف هذه المواد لتثبيت قوام مستحلبات الزيت فى الماء أو الماء فى الزيت . ومنها استيارات السوربيتان الأحادية التى تستعمل فى تثبيت قوام الزيوت النباتية والشموع ، وأوليات السوربيتان الأحادية التى تضاف لمستحلبات الماء فى الزيت ، وبالميتات السوربيتان الأحادية ، ولورات السوربيتان الأحادية ذات الطعم المميز التى تضاف لمستحلبات الزيت فى الماء . وتوجد منتجات تجارية عديدة أساسها الكيلات السوربيتان وتحمل اسم Span .

الإمكول :

بعض الـكيلات الـكحولات عديدة الإيدروكسيل تباع بأسماء تجارية متعددة منها الإمكول Emcol المتعدد الدرجات ، وهذه المركبات غير سامة وعديمة الرائحة وتستعمل بكثرة كمواد استحلاب .

المواد المعدلة للقوام

تضاف مغلظات القوام thickening agents لبعض المنتجات الغذائية بقصد إكسابها قواماً كثيفاً . ومن هذه المواد المعدلة للقوام الجيلاتين والنشا والدكسترين والصمغ النباتى والبـكتين والآجار وسكرات الـكالسيوم وبعض مشتقـات السليلوز .

وتحتاج بعض المنتجات الغذائيه إلى إضافة مواد تساعد على احتفاظها بقوامها المتماسك . مثال ذلك عصير الطماطم والمخللات التى يتحلل البـكتين فيها بفعل الإنزيمات متحولا إلى مركبات أخرى مما يترتب عليه ليونة أو سيولة القوام . فهذه المنتجات يمكن المحافظة على قوام أنسجتهـــا بإضافة مواد تقوية القوام firming agents مثل كلوريد الـكالسيوم اللامائى وكبريتات الـكالسيوم التى تضاف لعصير الطماطم وللمخللات والشليك بنسب تتراوح بين ٠,٥ وواحد فى المائة . وتضاف لاكتات الـكالسيوم أو كربونات الـكالسيوم أحياناً . وليست الشب مستحبة فى حفظ قوام المخللات لأنها تكسب للمنتجات طعما قابضاً بالرغم من أنها جيدة التأثير فى المحافظة على قوام المخللات .

وتستعمل مواد مثبتة لقوام كثير من المنتجات الغذائية كالجيلاتى والجبن المطبوخ والمواد العالقة والمربى والجلى . ومن المواد المستخدمة فى تثبيت قوام الجيلاتى الجيلاتين وألجينات الصوديوم والبـكتين وصفار البيض ، ويضاف فى صناعة الجبن المطبوخ سترات أو كبريتات أو فوسفات ثنائى الصوديوم أو طرطرات البوتاسيوم أو حامض الجلوتاريك ثلاثى الإيدروكسيل . وقد يحتاج الأمر إلى تعديل الحموضة

الفعلية فى الجبن المطبوخ بعد إضافة بعض هذه المواد المثبتة للقوام وذلك بإضافة حامض ستريك أو لاكتات كالسيوم أو صوديوم أو بوتاسيوم . ويمنع رسوب الأجزاء العالقة فى بعض المعلقات suspensions كعصير الفاكهة بإضافة مواد مثبتة للقوام كالبكتين . وهناك مركبات عديدة تستخدم فى تثبيت القوام من بينها الجينات الصوديوم . ويعتمد على البكتين غالباً فى تثبيت قوام المربى والجلى ، وتتدخل نسبتا السكر والحامض فى تحديد قوام هذه المنتجات . لذلك يراعى فى صناعة الجلى التحكم فى نسب البكتين والحموضة الفعلية والمواد الصلبة الذائبة فى الناتج النهائى . ولتثبيت قوام بعض المنتجات الغذائية المخفوقة مثل الكريمة تضاف الجينات الصوديوم أو الجيلاتين وقد يضاف ماء الجير أو سكرات الكالسيوم فى صناعة الكريمة المخفوقة .

المواد المرطبة

تفقد بعض المواد الغذائية رطوبتها تدريجياً ، كما فى حالة تجلد الخبز حين ينتقل جزء من رطوبة النشا إلى البروتين ويفقد جزء آخر بالتبخر . لذلك تضاف لبعض هذه المنتجات بعض المواد ذات الخواص الهيجروسكوبية الشديدة للمحافظة على رطوبة هذه المنتجات . ومن هذه المواد Humectants الجليسرين والبكتين وبرومات البوتاسيوم .

المواد المكسبة للنكهة

تضاف بعض المواد الطبيعية أو المحضرة معملياً فى صناعة كثير من المنتجات الغذائية بقصد تعديل طعمها ورائحتها ، أى نكهتها ، فالنكهة مزيج من الطعم والرائحة للمادة الغذائية .

ويميز الإنسان طعم أغذيته إلى أربعة أقسام : هى الطعم الحلو sweet taste والطعم الملحى salty والطعم المر bitter والطعم الحمضى acid . فأولها يعزى إلى

وجود السكريات ، الطبيعية منها كسكر القصب أو البنجر أو الذرة والصناعية منها كالسكارين والدولسين والجلوسين . وهناك بعض جليكوزيدات حلوة المذاق فهى تشترك فى إكساب الأغذية المحتوية عليها طعمها الحلو . ويعدل هذا الطعم الحلو فى الأغذية فترفع قيمته بإضافة السكروز أو المولاس أو عسل الجلوكوز أو الدكستروز كما أن إضافة قليل من الأحماض العضوية الغذائية فى تحضير بعض المنتجات يساعد فى معادلة أو إظهار الطعم الحلو لهذه المنتجات وبذا تصبح أكثر استساغة من ذى قبل . والطعم الملحى مرجعه إلى ملح الطعام إلا أن بعض الأملاح العضوية تتدخل فى إظهار هذا الطعم مثل كلوريد البوتاسيوم أو المغنسيوم أو الأمونيوم وكذا بعض أملاح الكبريتات واليودات والبرومات والنترات . وعادة يعدل الطعم الملحى فى الأغذية بإضافة كلوريد الصوديوم . والطعم المر سببه وجود بعض القلويات والجليكوزيدات المرة فى المادة الغذائية ، ولهذه المواد تأثير على غدد الإفراز وبالتالى على هضم المواد الغذائية . والطعم الحامض أساسه الحموضة الفعلية فى الأغذية بالإضافة إلى الأحماض العضوية كالستريك والخليك والطرطريك والماليك والبيوتريك .

وقد يشار أحياناً إلى وجود طعم لحمى يعنى الإحساس بالطعم المميز للحوم والأحماض الأمينية وأملاح هذه الأحماض ، وطعم حريف سببه وجود المواد الحريفة فى بعض الأغذية كالبصل والفلفل والشطة ، وطعم مستمر نسبياً .

والمقصود من إضافة المواد المعدلة لطعم الأغذية هو إظهار طعم معين بدرجة محددة دون انتباه إلى القيمة الغذائية . وكثيراً ما تضاف خلطات من مواد مختلفة لإكساب الناتج الغذائى طعماً مقبولا ، وتعتبر مثل هذه الخلطات أسرار صناعية فى أغلب الأحيان . ومعظم المواد المكسبة للطعم المستعملة فى مصانع الأغذية مستقاة من مصادر طبيعية ، وأكثر المواد الطبيعية استخداماً كمحسنات للطعم Food flavors or condiments ملح الطعام والتوابل والخل ومستخلصات الزيوت العطرية .

التوابل :

أشهر التوابل استعمالا فى الصناعات الغذائية هى الفلفل بأنواعه والكراوياء والينسون والقرفة والحبهان والكرفس والكزبرة والكمون والقرنفل والزنجبيل

وجوزة الطيب والمستردة والبقدونس والنعناع والفانيليا والزعتر . وهذه التوابل جميعها عبارة عن نباتات عطرية تستخدم فى تحسين طعم الأغذية . والجزء المفيد فى هذا الغرض من النبات قد يكون الأوراق أو الثمار أو البذور أو الجذور .

ويعزى تأثير التوابل فى تعديل طعم الأغذية إلى وجود الزيوت العطرية بها ، إلا أنه يتدخل فى هذا الشأن أيضاً ما تحتويه النباتات من زيوت ثابتة وإسترات وفينولات وكحولات ومركبات عضوية أخرى .

ونظراً لاستخدام كميات هائلة من التوابل فى العالم سنوياً فقد أصبحت التوابل معرضة للغش adultration فتمزج هذه التوابل بمواد نباتية غير مرغوبة كالقشور والبذور والنشا . لذلك يعتمد على الخبرة فى كشف الغش بالفحص الميكروسكوبى وكذلك ببعض الاختبارات الكماوية .

محسنات النكهة المألوفة :

تضاف مواد طبيعية وأخرى صناعية إلى المواد الغذائية بقصد إكسابها نكهة مميزة. وهذه النكهة عبارة عن مزيج بين الطعم والرائحة ، أى أنها تميز بغدد التذوق على اللسان وأعصاب الشم فى الأنف . فالطعم يميز إلى حلو ومالح وحمضى ومر وحريف وحمى ، أما الرائحة فتميز بالتأثير المهيج irritating أو الحريف Pungent أو الحاد sharp أو النفاذ penetrating أو المبرد cooling أو اللاذع acid . والمعروف أن حاسة الشم أقوى من حاسة الذوق آلاف المرات ، ولذلك فالأنف تميز العديد من الشذى aroma . وبامتزاج الطعم والرائحة معاً تظهر حالة جديدة تعرف بالنكهة flavour ، مثال ذلك فاليرات البنزيل ذات الطعم الحلو ورائحة الورد فإنها تعطى نكهة شبيهة بنكهة التفاح . وفى الأغذية تتدخل عوامل طبيعية متعددة فى إكساب النكهة ، فهى تعزى إلى وجود مركبات متطايرة وأخرى ثابتة عضوية أو غير عضوية . وعادة تتفوق مادة معينة على باقى مكونات الغذاء فى إكساب النكهة المميزة ، كما هو الحال فى الموالح التى تحتوى على زيوت عطرية مكسبة للنكهة ومعظمها تربينات .

وتستخرج مواد النكهة من الأزهار ، مثل الورد والموالح والياسمين والزنبق ، أو من الأوراق ، مثل النعناع والموالح ، أو من السيقان ، مثل القرفة والجيرانيوم ، أو من القشور ، مثل القرفة ، أو من الأخشاب ، مثل الصنوبر ، أو من الجذور مثل العرقسوس ، أو من الرزومات ، مثل الزنجبيل ، أو من الثمار مثل الليمون والبرتقال ، أو من البذور ، مثل اللوز واليانسون وجوزة الطيب ، أو من الصموغ مثل البلسم .

ومواد النكهة قد تكون أحماض ، مثل حامض البيوتريك أو الخليك ، أو ألدهيدات ، مثل الفانيلين والبنزالدهيد ، أو كحولات ، مثل التربينول والجيرانيول ، أو استرات ، مثل ساليسيلات الميثايل ، أو كيتونات ، مثل الكارنون ، أو إيثيرات مثل السافرون ، أو إيدروكربونات ، مثل الليمونين ، أو أكسيدات ، أو بيروكسيدات ، أو لاكتونات ، أو مركابتانات ، أو تربينات ، أو أنديريدات . فمركبات النكهة هذه قد تكون عضوية أو غير عضوية ، مشبعة أو غير مشبعة ، بسيطة أو معقدة ، منفردة أو مختلطة .

وأشهر محسنات النكهة الطبيعية هي الزيوت العطرية التي تستخرج بالكبس أو بالتقطير البخاري أو بالتخمير والتقطير أو بالاستخلاص بالمذيبات أو بالامتصاص في الشحوم والدهون ثم الاستخلاص بالكحول . وعادة تتعرض هذه المنتجات للغش بسبب ارتفاع أسعارها ، ولذا يجب اختبار الكميات المشتراة دائماً ، كأن تختبر القابلية للذوبان في الكحول . ويبين الجدول التالي في الصفحة التالية نسب ذوبان بعض الزيوت العطرية :

وتضاف بعض المواد الطبيعية مثل الكاكاو والشيكولاتة والفاكهة المسكرة والفاكهة المجففة والتوابل إلى بعض الأغذية كالفطائر والحلوى وغيرها لإكسابها نكهة مميزة .

وتعرف محسنات النكهة باسم « الإسانسات Essences » أو بالاصطلاح الدارج «الأرواح» ، والصناعية منها عبارة عن مستحضرات كيميائية تكسب المواد الغذائية نكهة تشبه الطبيعية . ونظراً لانخفاض أثمان هذه الإسانسات الصناعية فهي

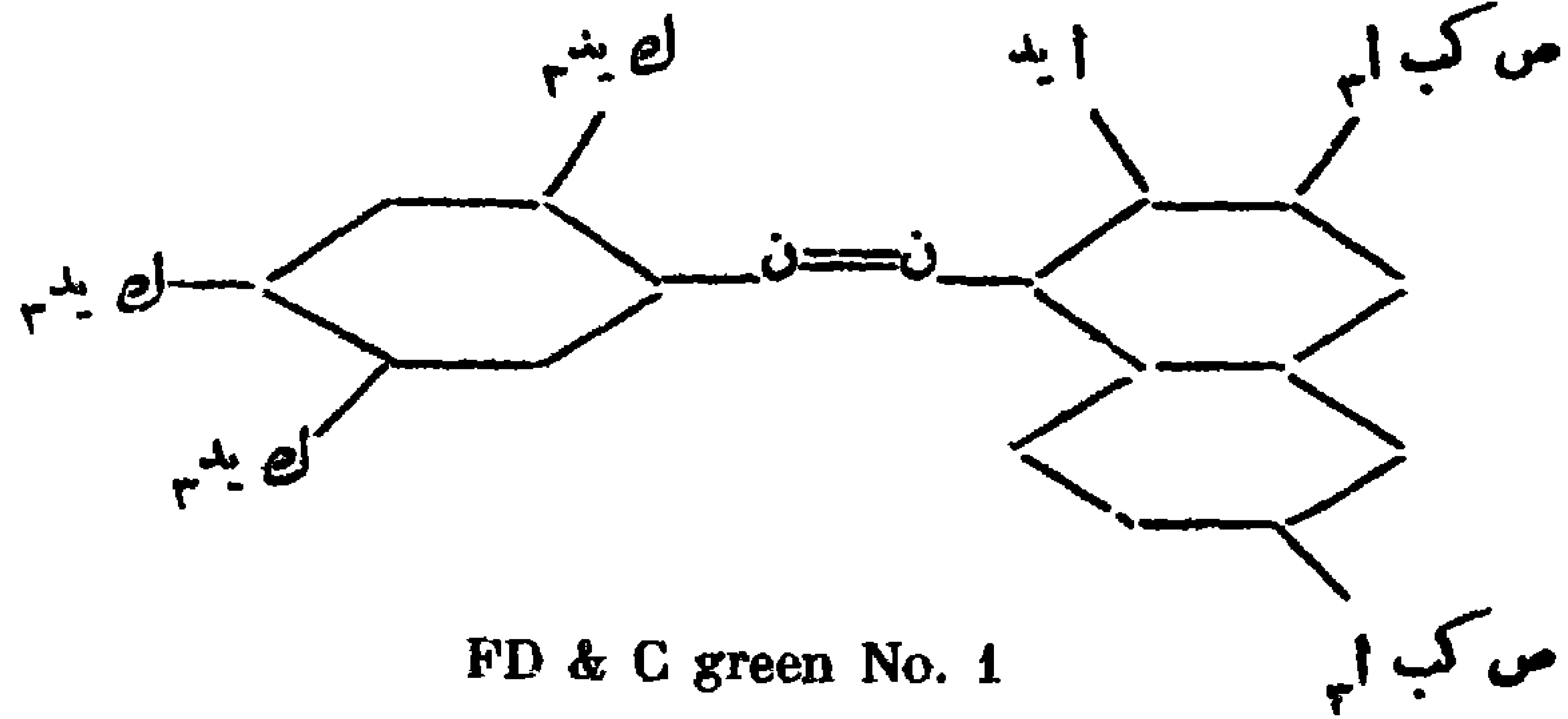
الزيت العطرى	نسبة الذوبان فى الكحول		
	زيت جزء	كحول جزء	تركيز الكحول ٪
ينسون	١	٣	٩٠
برجموت	١	٢	٨٠
لوز مر	١	٢	٧٠
برتقال مر	١	٥	٩٥
كاسيا	١	٢	٨٠
كراوياء	١	٨	٨٠
جزر	١	٥	٩٥
كرفس	١	٨	٩٠
قرفة	١	٣	٧٠
قرنفل	١	٣	٧٠
زنجبيل	١	٧	٩٥
بقدونس	١	٧	٧٠
فلفل	١	١٢	٩٠

تستعمل فى صناعة بعض المنتجات الغذائية الصناعية وفى غش بعض المنتجات الطبيعية والزيوت العطرية .

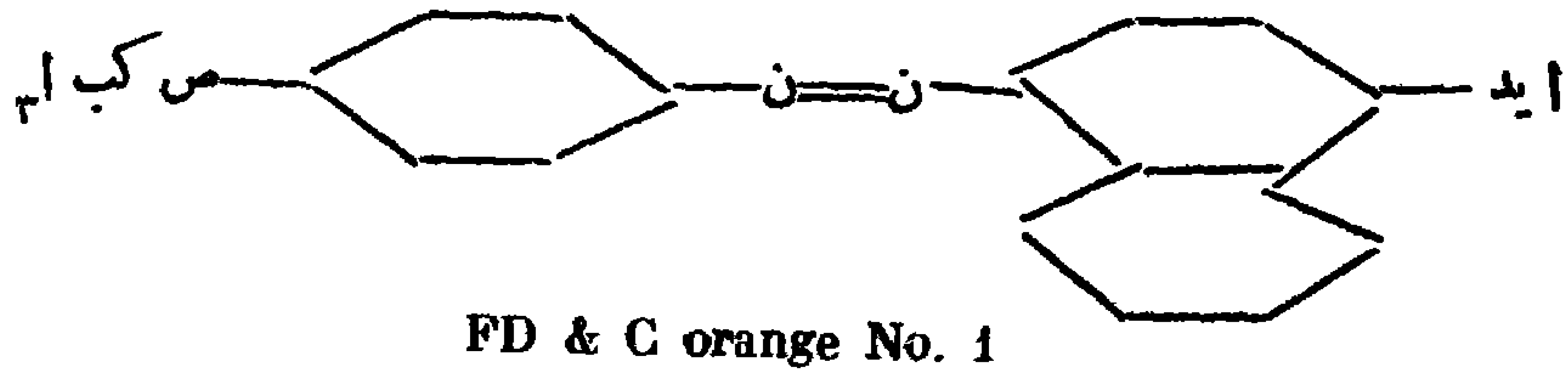
المواد الملونة

تضاف المواد الملونة إلى بعض المنتجات الغـذائية الفقيرة فى اللون لتحسين مظهرها . ومحسنات اللون هذه عبارة عن صبغات معدنية أو نباتية أو حيوانية أو مشتقة من الأنيلين . فمن أمثلة الصبغات المعدنية كبريتات النحاس التى تضاف لتلوين بعض المخللات والخضروات باللون الأخضر الناصع ، وأكسيد الحديد الذى يكسب منتجات اللحوم لوناً أحمر ، ونترات البوتاسيوم التى تعطى اللحوم المملحة لوناً

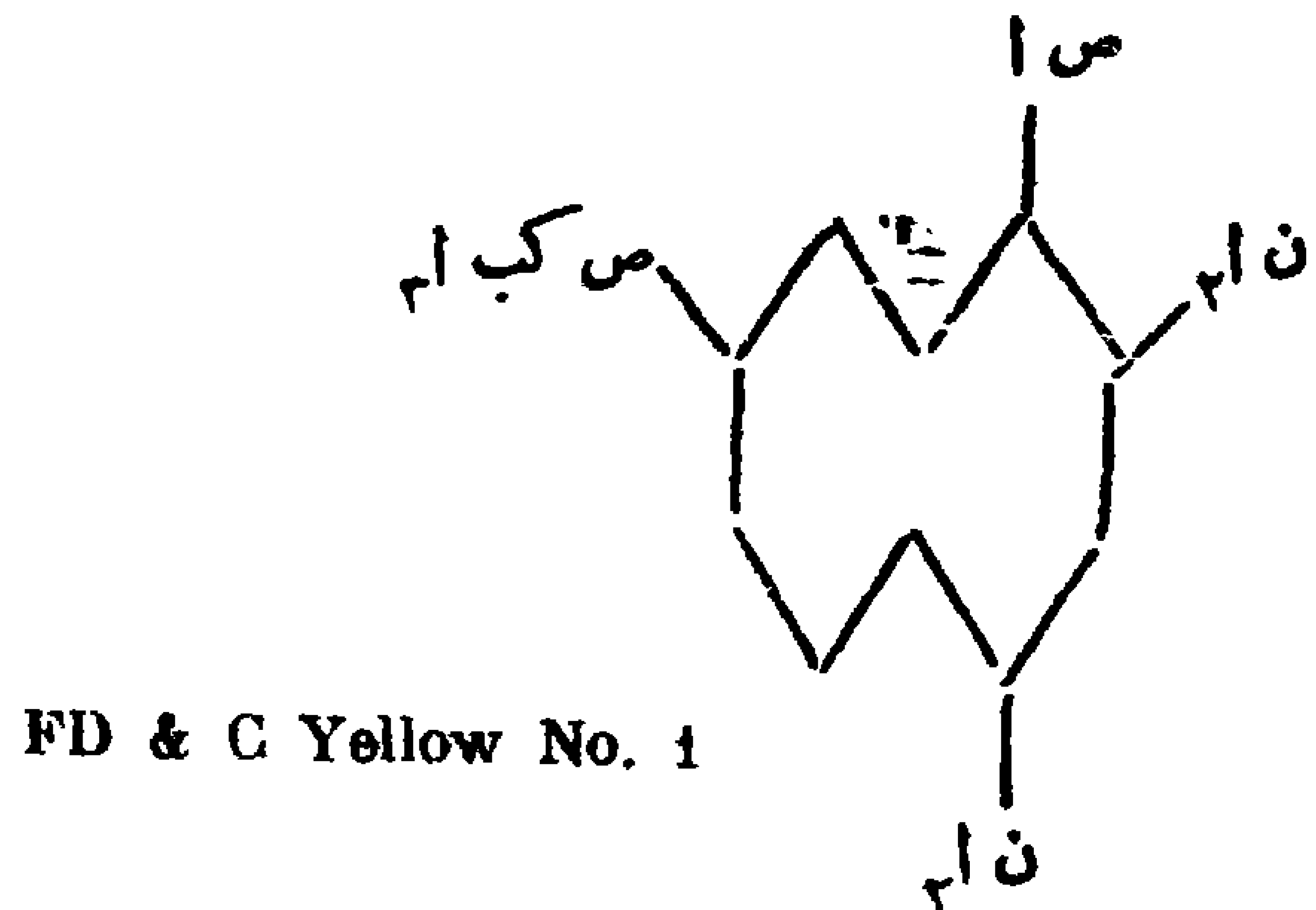
أحمر زاهياً . ولا يجوز الاعتماد على هذه الصبغات المعدنية فى تلوين المنتجات الغذائية لأنها مواد ضارة بالصحة وتحرم التشريعات الغذائية فى كثير من الدول إضافتها للأغذية . ومن مشتقات الكربون المستعملة فى تلوين الأغذية الألترامارين ultramarine blue المحضرة بتسخين الفحم الحيوانى مع كربونات الصوديوم والطفل الصينى والكبريت على درجة حرارة مرتفعة . ومن المواد الملونة الحيوانية الأصل cochineal carmine ، والنباتية الأصل Dutch pink ، Persian berries ، Brazil wood . وتبين الرموز التالية التركيب الكيميائى لبعض المواد الملونة المشتقة من الأنيلين أو الفحم ، كما يبين الجدول تأثير الحموضة على لون الصبغة .



FD & C green No. 1



FD & C orange No. 1



FD & C Yellow No. 1

FD & C Red No. 1

FD & C Blue No. 1

الصبغة	حامض خليك ٢٫٩ pH	بيكربونات صوديوم ٨٫٤ pH
Ponceau 3R	لا تغير	لا تغير
Amaranth	لا تغير	إحمرار طفيف
Erythrosine	إصفرار طفيف	أحمر ناصع
Ponceau Sx	إحرار طفيف	لا تغير
Oilred xo	لا تغير	لا تغير
Orange I	إحمرار طفيف	أحمر قرمزى
Orange ss	لا تغير	لا تغير
Naphthol Yellow	لا تغير	لا تغير
Yellow AB	برتقالى باهت	لا تغير
Yellow OB	لا تغير	لا تغير
Tartrazine	لا تغير	لا تغير
Sunset Yellow FCF	لا تغير	برتقالى أدكن
Fast green FCF	لا تغير	أزرق
Indigotine	لا تغير	لا تغير

والصبغات الطبيعية العضوية تستخلص بوسائل متعددة من النباتات والحيوانات والحشرات . وأشهر هذه الصبغات الأناتو annatto والكرامل caramel والكاروتين carotene والكلوروفيل chlorophyll والزانثوفيل و cochineal و beets و brazilwood وأحمر الكاكاو cacoa red والإنديجو indigo وعباد الشمس litmus و Persian berries والسافرون saffron والكركم turmeric . **والجدول التالى به اسماء الملونات التى يسمح باضافتها فى المنتجات الغذائية .**

المواد المدعمة

تقوى بعض الأغذية ، أى ترفع قيمتها الغذائية ، بإضافة مستحضرات كماوية أو مواد طبيعية إليها تعرف باسم المواد المدعمة fortifying agents . وفى أغلب الأحوال يقصد بالتدعيم إضافة مواد غنية بالفيتامينات أو بالمواد المعدنية أو بكليهما . ويفيد التدعيم فى حالة تصنيع الأغذية إذ أن بعض عمليات التصنيع يسبب فقداً لنسبة مما تحتويه المادة الغذائية من فيتامينات ومعادن . ولا يخفى ما للتدعيم من أثر فى تحسين صحة الإنسان ، خصوصاً فى الدول التى تشتهر بانخفاض مستوى المعيشة وبالتالى بسوء التغذية . لذا شاع فى الدول المتقدمة تدعيم منتجات الحبوب الغذائية ، كالدقيق والأرز والخبز والبسكوت والمكرونة ، واللبن المبستر أو المجفف والمرجرين والشيكولاته وملح الطعام .

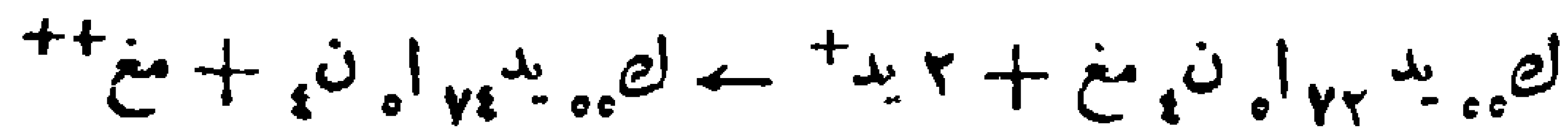
مواد التعادل

تتحسن ظروف حفظ الزبد بمعادلة أحماض القشدة عند صناعة الزبد وذلك بإضافة مواد التعادل neutralizers التى تخفض تركيز الحامض إلى حوالى ١ر٠ إلى ٣ر فى المائة . وهذا يعنى أن مواد التعادل لها تأثير حافظ . وتساعد إضافة المواد المعادلة فى تقليل نسبة الفقد فى الدهن أثناء الخض ، كما يمتنع ظهور النكهة غير المرغوبة . ويستعمل فى التعادل عند صناعة الزبد مواد جيرية ، بعضها لا تتجاوز نسبة المغنسيوم به ٥ فى المائة ، والبعض به ٣٠ إلى ٣٥ فى المائة ، والبعض به ٤٠ إلى ٤٥ فى المائة . وتستعمل أيضاً بيكربونات الصوديوم أو كربونات الصوديوم أو سسكويكربونات الصوديوم ص٢ ك ا٣ . ص يد ك ا٣ ٢٠ يد٢ ا أو إيدروكسيد الصوديوم مع كربونات الصوديوم . وعادة يستعمل مخاليط من المركبات لتحاشى التأثير على طعم الزبد . وقد تضاف مواد التعادل للبن السائل واللبن المجفف إلا أن هذا ليس مرغوباً إذ أنها قد تخفى الحموضة الناشئة عن تلف اللبن . ولهذا فإن القانون الأمريكى يحرم إضافة البيكربونات للبن المجفف . ويصرح بإضافة كلوريد الكالسيوم أو سترات الصوديوم أو فوسفات ثنائى الصوديوم بنسبة لا تتجاوز ١ر٠ فى المائة من وزن اللبن المركز لتحسين قوامه .

وتستعمل أملاح الجير فى معادلة وترويق عصير القصب ومستخلص سكر البنجر. ويضاف فى تقلية الكاكاو alkalized cocoa بيكربونات أو كربونات أو إيدروكسيد صوديوم أو بوتاسيوم أو كربونات أو أكسيد مغنسيوم أو مزيج من هذه المركبات .

ومن المواد النادرة الاستعمال فى معادلة اللبن السائل لاكتوفوسفات الكالسيوم ، وهذه المادة عبارة عن خليط من لاكتات الكالسيوم ولاكتات الكالسيوم الحامضية وسوبرفوسفات الكالسيوم . ويمكن أن تستخدم فى أغراض معادلة الحموضة فى المواد الغذائية ألجينات الصوديوم أو كازينات الصوديوم أو بكتات القواعد القوية أو الأملاح المشتقة من تفاعل الأحماض الضعيفة مع القلويات القوية .

وتستعمل مواد التعادل أيضاً فى إيجاد بيئة قلوية بها يمكن المحافظة على لون بعض المواد الغذائية الخضراء كالبسلة المعلبة حيث يمتنع فقد الكلوروفيل بتأثير التحلل متحولا من كلوروفيل ا أو ب إلى فيوفيتين pheophytin بفقد المغنسيوم .



وتتلخص طريقة المعاملة فى نقع البسلة فى محلول كربونات صوديوم تركيزه ٢ فى المائة على درجة الحرارة العادية لمدة نصف ساعة إلى ساعة ، وتسلق البسلة فى محلول إيدروكسيد كالسيوم تركيزه ٠٠٥ و ٠ جزىء ، وتعبأ البسلة فى محلول ملحى سكرى به إيدروكسيد مغنسيوم بتركيز ٠٢٠ و ٠ إلى ٠٢٥ و ٠ جزىء .

ويستفاد من تبادل الأيونات فى إزالة مالات الكالسيوم من عصير التفاح .

مواد التغطية والتغليف

تغطى أو تغلف بعض المنتجات الغذائية لحمايتها من التلوث بالأحياء الدقيقة ومن فقد بعض الرطوبة ولمنع حدوث التزنخ فى المنتجات الدسمة .

وتستعمل فى التغطية مواد متعددة منها رقيقة ألومنيوم ، بارافين ، غشاء سليلوزى ، اللّشى ، الورق الفضى المعدنى ، دهن ، شموع ،

أغطية قماش، لدائن وراتنجات مخلقة، جيلاتين، صمغ، مستحلبات شمع بارد، antiseptics ، cold wax emulsions .

فالتفاح يغطى عادة بطبقة من البوراكس أى رابع بورات الصوديوم لمنع نمو الفطريات على التفاح . والبرتقال يغطى بطبقة من البوراكس ثم يشمع فيمتنع نمو الفطريات وفقد الرطوبة . والبيض واللحوم تغمس فى الزيت لسد المسام ومنع دخول الأحياء الدقيقة . والمساحيق الميكروسكوبية والبللورات والأقراص الغذائية تغطى باستيارات الجليسريل الأحادية لمنع إمتصاص الرطوبة من الجو وبذلك لا تتعرض هذه المواد للتحلل أو التكتل . وتذاب الإستيارات فى كحول ساخن وترش على المادة وتجفف هذه بالحرارة لطرد المذيب . والبرتقال يحفظ من التعفن بغمسه فى محاول مائى من شيكو أسيتاميد ٢- أمينو ثيازول، سلفات هيدروكسى كينولين 8-hydroxyquinoline sulfate

التشميع :

يفيد تشميع الفاكهة والخضروات فى منع فقد الرطوبة وبالتالى منع حدوث الذبول . ويجرى التشميع على نطاق واسع لثمار البرتقال والتفاح والخيار والطماطم والفلفل والباذنجان . وطرق التشميع الرئيسية هى طريقة البارافين السائل liquid paraffin method وطريقة ألواح الشمع slab wax method وطريقة الرذاذ spray method وطريقة الغمس أو الشمع البارد dipping or cold wax process . فالطريقة الأولى تتلخص فى غمس الثمار فى بارافين منصهر ساخن مضاف إليه أحياناً بعض مواد مطهرة ، وهى طريقة مفيدة تحقق إكتمال تغطية الثمار إلا أنها تستنفد كمية كبيرة من البارافين . والطريقة الثانية تستخدم فيها فرش تحتك بقطع الشمع الصلب وتنقل ما تحمله من شمع إلى الثمار ، وهى طريقة غير مأمونة . والطريقة الثالثة فيها ترش الثمار برذاذ من الشمع المنصهر ثم تدعك الثمار بالفرش ، وهذه الطريقة لا تناسب الخضروات بسبب ارتفاع درجة الحرارة . والطريقة الرابعة تبدأ بغسل الثمار ثم غمسها فى مستحلب شمع ذى تركيز مناسب ويلى ذلك تجفيف الثمار . والطريقة الأخيرة هى أسهل الطرق .

والمستحلبات الشمعية الباردة عبارة عن غرويات ، فالشمع ينتشر فى الماء ويبقى الشمع منتشراً على حالة غروية باستعمال صابون محضر من حامض الأوليك أو اللينوليك والأمونيا أو إيدروكسيد الصوديوم أو إيدروكسيد البوتاسيوم أو ثلاثى الإيثانول أمين . وعادة يستعمل شمع كارنوبا أو بارافين مضافاً إليه زيت معدنى .

البكتينات :

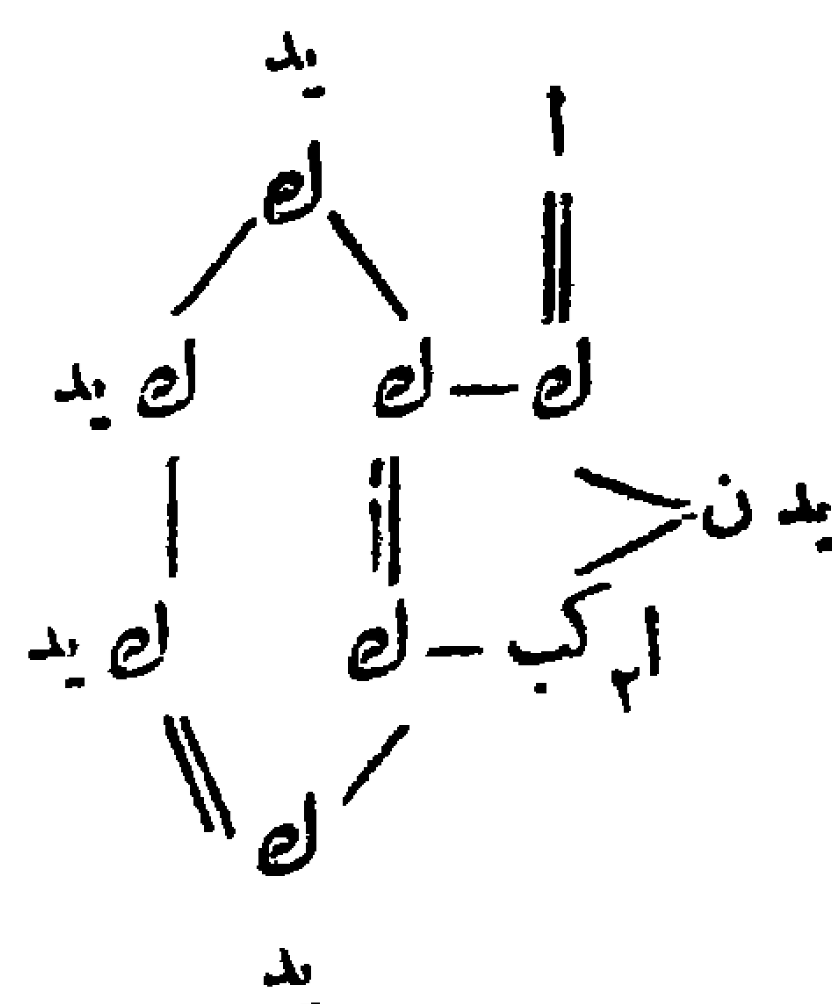
يضاف بكتين منخفض الميثوكسيل إلى الماء ويقلب بشدة للحصول على معلق به حوالى ٢ إلى ٢٫٥ فى المائة بكتين ، وتضبط الحموضة عند pH بين ٤ ، ٦ ، ويسخن المحلول إلى درجة ١٦٠° فهرنهيت ، ويضاف ببطء مع التحريك الشديد محلول كلوريد كالسيوم ساخن بتركيز يسمح بجعل نسبة الكالسيوم إلى البكتين ٠٫٠١٦ وتغمس المنتجات فى هذا المحلول لمدة ثلاث ثوان ثم تغمس فى محلول كلوريد كالسيوم مخفف .

مواد التغليف المعاملة :

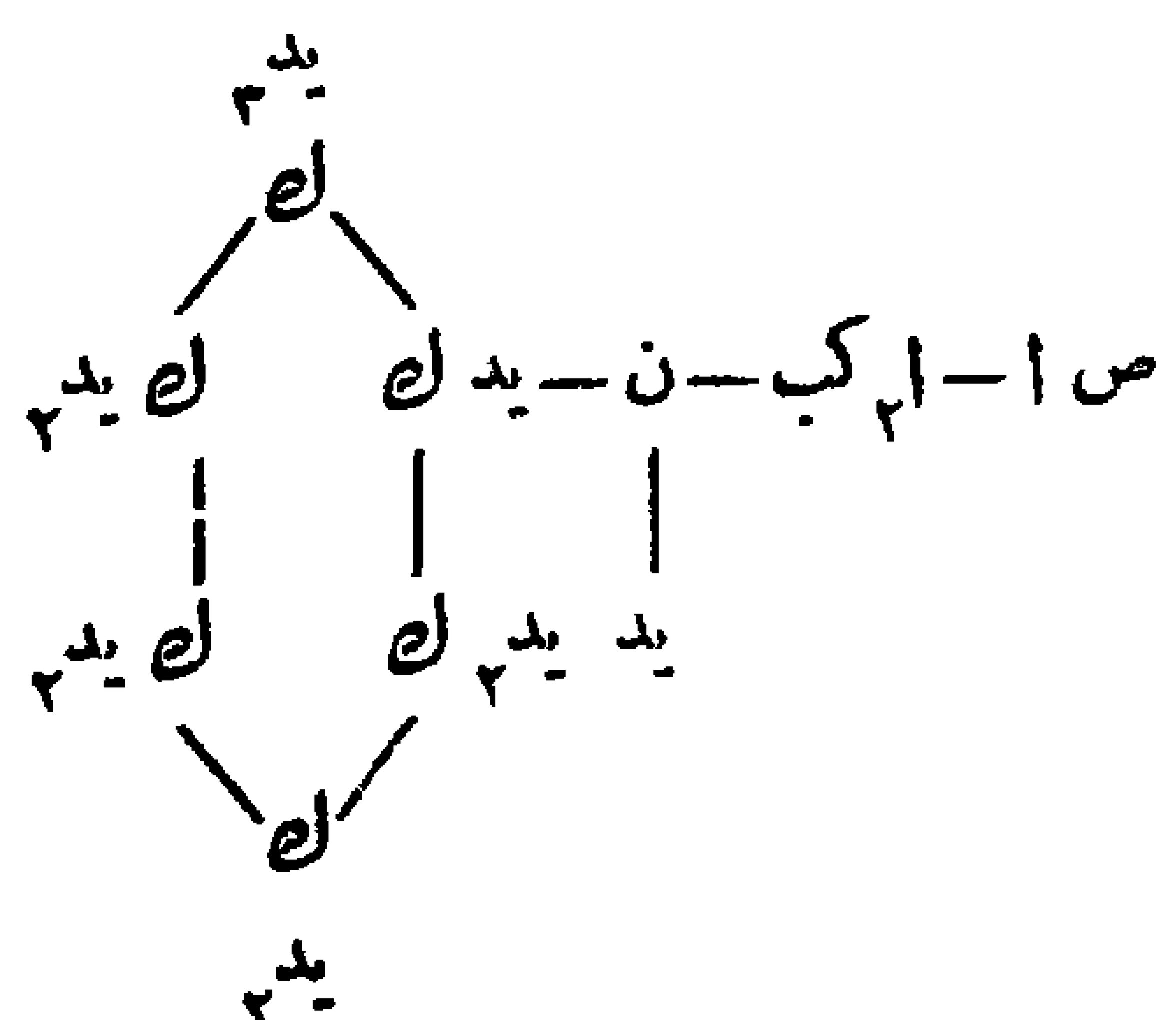
تلف ثمار التفاح والبرتقال والكمثرى وغيرها فى أوراق مشبعة بمواد كيماوية . وتلف اللحوم فى أوراق مغطاة بشمع البارافين والاستيارين والفينول بنسبة ٥ : ٥ : ٢ جزءاً . وتغلف الجبن بقماش منقوع فى حامض بوريك وبوروجليسريد . وتغلف الزبد فى ورق يحتوى على فورمالدهيد . ويلف البرتقال والليمون فى ورق يحتوى على ٠٫٤٤ فى المائة من وزنه أورثوفينايل فينول .

المحليات الصناعية

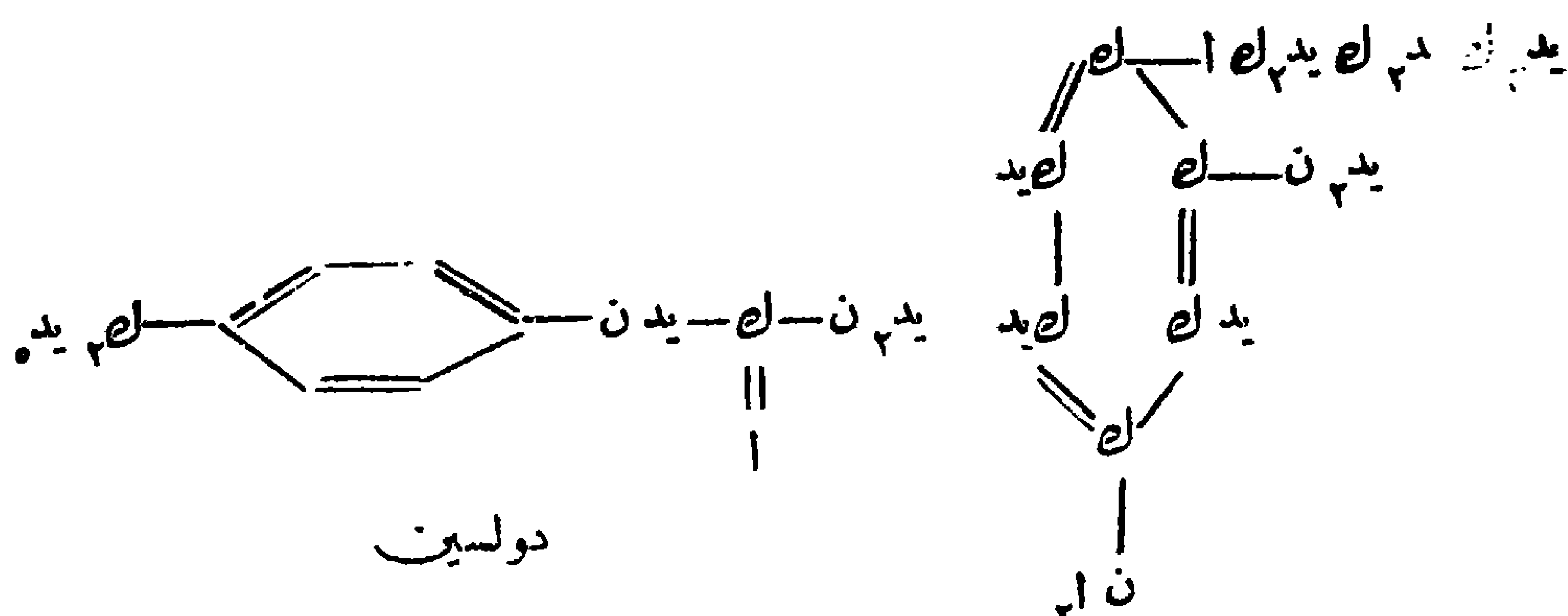
أشهر المحليات الصناعية Artificial sweeteners هى السكارين Saccharin والسلفامات Sulfamate والألكوكسى أمينو نتروبنزين Alkoxyaminonitro benzenes والدولسين Dulcin .



سكارين



سيكلوهكسيل سلفامات الصوديوم



دولسين

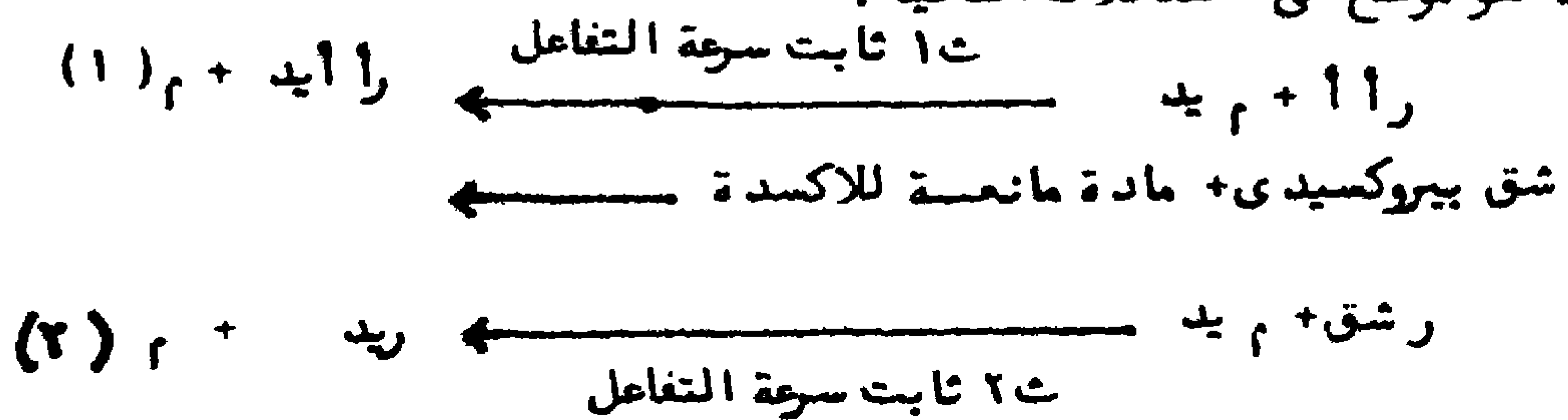
٢ — أمينو — ٤ — نترو ١ — بروبوكسى بنزين

قوانين المواد المضافة :

صدرت فى اجمهورية مصر ، أسوة بدول أخرى كثيرة ، قوانين خاصة بالمواد التى تضاف للأغذية . وهذه القوانين تعرف المواد المضافة وتحدد أسماء المركبات المسموح بإضافتها ونسب الإضافة . والمقصود بهذه القوانين هو المحافظة على صحة المستهلكين ومنع الغش والتدليس . ويمكن الرجوع إلى نصوص هذه القوانين فى الجزء (●) من كتاب الصناعات الغذائية .

تصنيف مانعات الاكسدة :

مانعات الاكسدة ثلاثة أقسام وهى (١) مؤلفات سلسلة الشق الحر، ومثلهـــا هيد روكسى انيزول البيوتيلى والهيد روكسى تولوين البيو تيلى وجالات البروبايـــل والتوكوفيرول . وهذه مواد فينولية يمكنها اعطاء ايد روجين للشق الحر. (٢) مانعـات انتاج الشق الحر، مثل ماسكات المعادن التى منها الاستيلين داى امين تتراستك سيد وكذلك حامض الستريك، ك يد٢ك أأيد(ك أيد .ك أأيد) ك يد٢ك أأيد وحامض الاسكوربيك . (٣) عوامل التحكم فى البيئة مثل خفض رطوبة المادة وتقليل ضغـط الاوكسجين . فمانعات الاكسدة المنتمية للقسم الاول تؤدى وظيفتها بكسر سلسلـة تفاعلات الشق الحر بازالتها الشطراو لشق بيروكسيدى خلال احدى خطوات السلسلة كما هو موضح فى التفاعلات التالية :



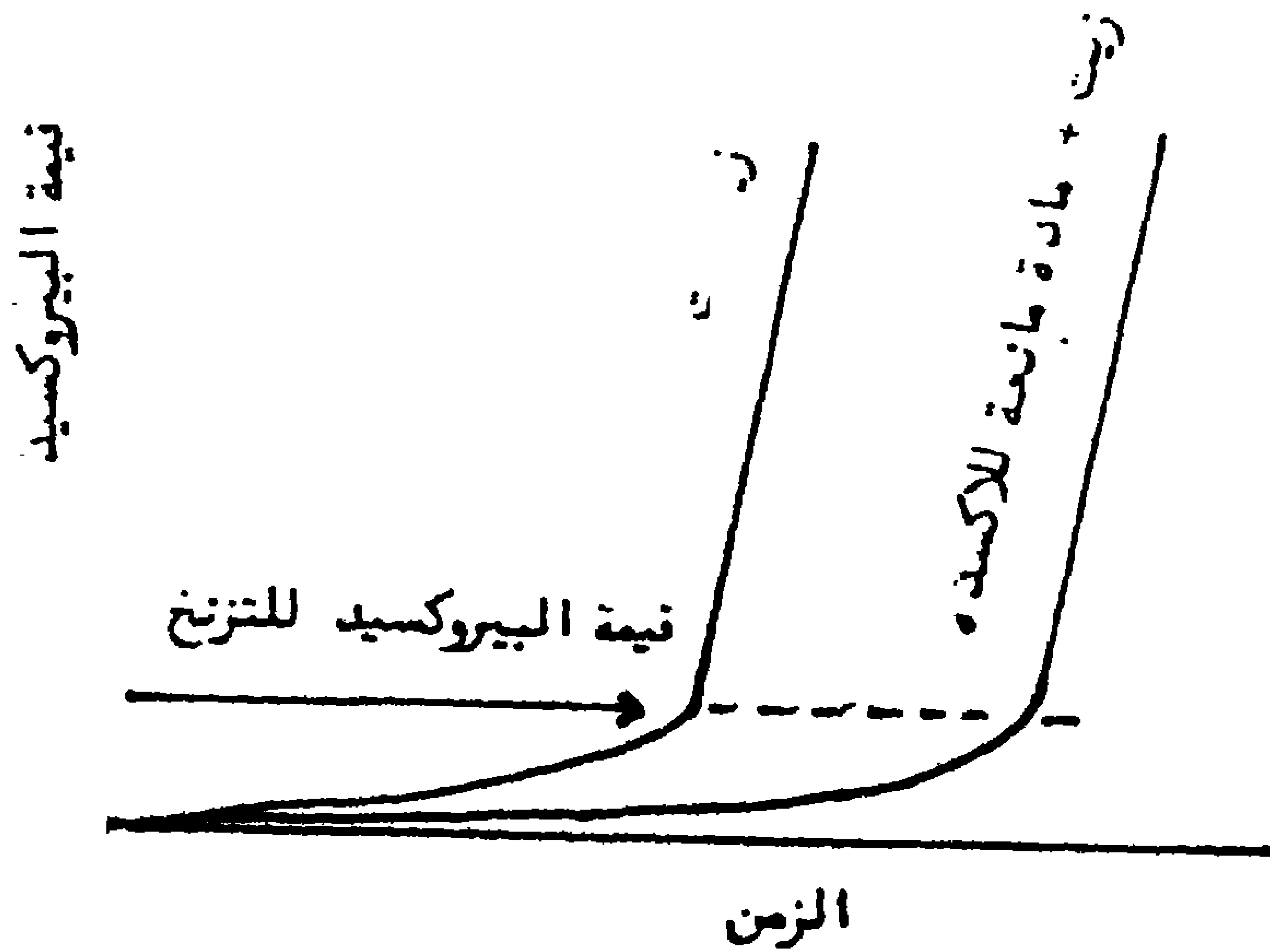
وهذا الفعل الواقى يبدو فى صورة إطالة للفترة الاستهلالية وخفض لسرعـة التفاعل خلال تلك الفترة كما هو واضح فى الشكل التالى :

واضافة مزيد من المادة المانعـة

.كسده يقلل من سرعة الاكسدة فيؤخر بدء التزنخ . وعادة يكون تفاعل المادة المانعة .كسده مع الهيدروبيروكسيد بطيئا للغاية : را أيد + م يد ← ر أ + أ + يد٢ أ (٤)

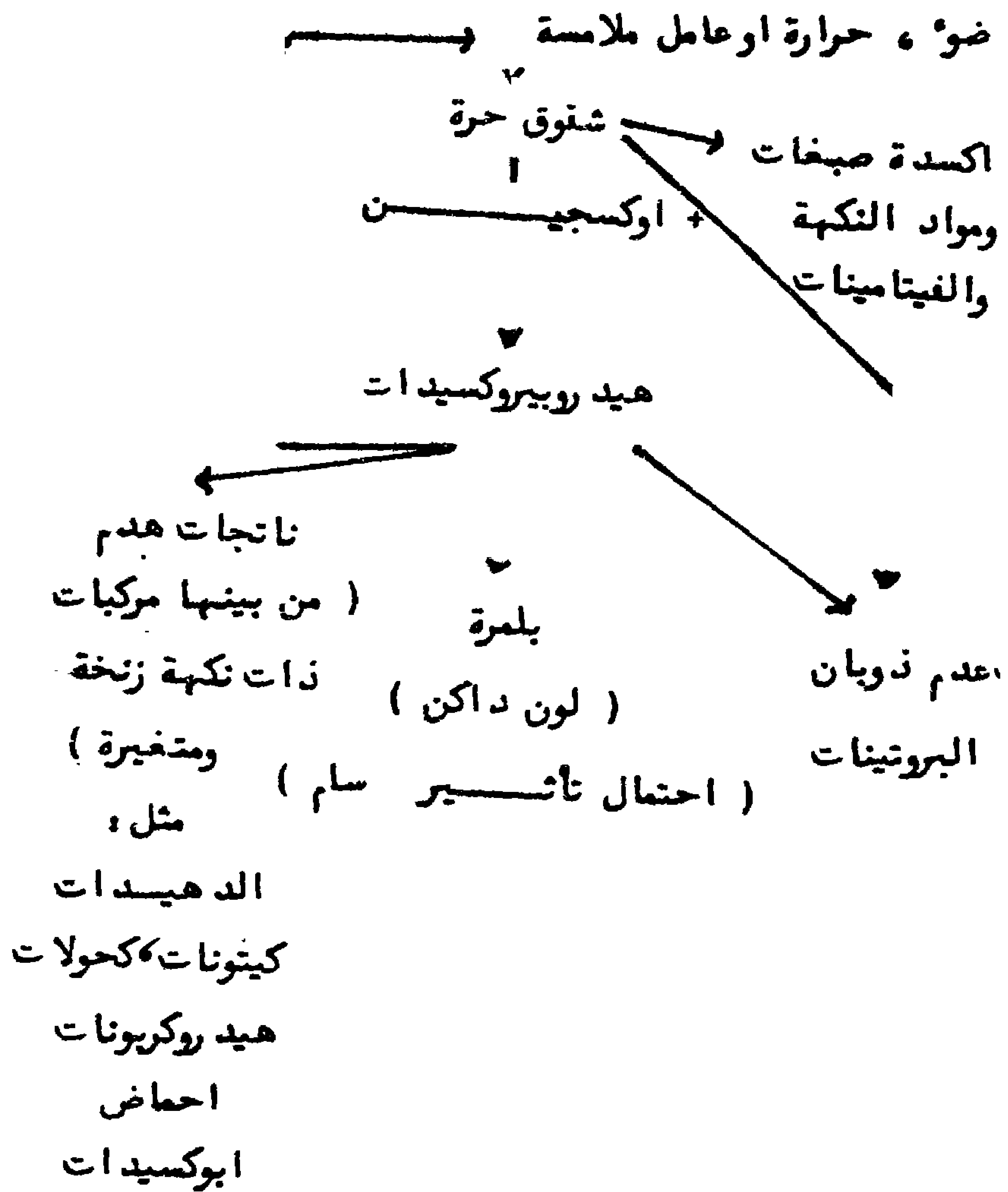
. بازدياد تركيز المادة المانعة للاكسدة عن حد معين تزداد سرعة هذا التفاعـل خير وبذلك تختفى القدرة على الوقاية من الاكسدة اذ تصبح المادة المانعـة .سدة بمثابة مادة مساعدة على الاكسدة وقد لوحظ ان استخدام اكثر من مـادة .ة للاكسدة معًا يكون اكثر فعاليـة من استخدام قدر زائد من مادة واحـدة .ذا التأثير يعبر عنه بالاصطلاح " التداؤب أو التعاون " م يد + رأأ ← رأأيد + مَ (.ن يد + نَ (٦) (مادة ثانية مانعة للاكسدة) وهذا يحدث عندمـا .ن المادة المضادة للاكسدة المعاونه (ن يد) أقل تفاعلا مع الشق البيروكسيدى .ن شقًا (ن) اكثر ثباتًا من شق المادة المضادة للاكسدة الأولى (مَ). ومانعـ ا.

الاكسدة المنتمية للقسم الثانى تؤثر فى سرعة البداية اى تتحكم فى مصدر انتـــاج لشق الحر قبل ان يتسع نطاق الاكسدة . واكثر مانعات الاكسده فعالية فـــى بذا القسم هى المواد المعروفة باسم ماسكات المعادن او المواد الكلابية الـــتى تعاون مع المعادن الموجودة بتركيزات ضئيلة وتجعلها أقل نشاطا وتفاعلا والمعروف ن هذه الاثار المعدنية الموجودة فى الأطعمة وفى الليبيدات تقلل من مقدار طاقة لتنشيط اللازمة لبدء تفاعلات الاكسدة والتـزنخ ، وهذا يؤدى إلى ازدياد سرعـــة تفاعلات الاكسدة ومن هنا وجدت فكرة ضرورة التخلص من هذه المعادن أو ايقـــاف نشاطها فى التصنيع الغذائى . وعمومًا فمانعات الأكسدة تحسن القيمة الغذائيـــة لتقبل واستساغة الدهن بالإضافة إلى أنها تزيد ثبات الدهن .



(شكل) تأثير إضافـــة مادة مانعة للاكسدة على مدى تزنخ الزيت

وتوضح تفاعلات تأكسد الدهـــــــن بالشكل التالي :



مراحل تصنيـــــع فول الصويا فى مصنع حديث

تخزين ← تنظيف ← تهشيم



تشور ← تقشير ← رقائق ← استخلاص



رقائـــــق منزوع زيتها + مذيب + زيت خام



علف — لسيثين + زيت منزوعة صموغة

مسحوق وحبيبات —



زيت سلاطة

مركزات بروتين —

بروتين معزول — زيت سلاطه وطهى —

منتجات بروتينيـــــة —

زيت طهى —

منتجات لاغراض خاصة —

مسلى صناعى —

مرجرين —

دهن لأغراض خاصة —

الملونات المسموح بإضافتها فى المنتجات الغذائية :

(١) ملونات مصدقة (صبغات مخلقة كيميائيا وكذلك ملوناتها المتحدة اى الصبغات القابلة للذوبان فى الماء المدمصة على ، او المرتبطة كيميائيا مع ، مواد غير قابلة للذوبان) Certified: :

أ ـ ملونات مدرجة فى القائمة المصدق عليها بصفة دائمة :

FD & C Blue No.1
FD & C Red No.3
FD & C Yellow No.5
Orange B — فى السجق فقط
Citrus Red No.2 — فى قشور البرتقال فقط

ب ـ ملونات مدرجة فى الدائمة المصدق عليها بصفة مؤقته : provisionally :

Blue No.1 Lake
Red No.3 Lake
Yellow No.5 Lake
FD & C Red No.2
FD & C Red No.2 Lakes
FD & C Blue No.2
FD & C Blue No.2 Lakes
FD & C Green No.3
FD & C Green No.3 Lakes
FD & C Red No.4 — فقط فى الكريز المرسكينى
FD & C Red No.4 Lakes — (البرى المر)
FD & C Violet No.1
FD & C Violet No.1 Lakes
FD & C Yellow No.6
FD & Cyellow No.6 Lakes

(٢) ملونات غير مصدقة مشتقة من اصل نباتى عادة ومسموح باستخدامهـا عادة استنادا إلى ممارسة اضافتها منذ امد بعيد : uncertified :

Annatto extract	
B-Carotene	
Beet powder	
B-apo-8'-carotenal	١٥ ملليجـــــرام
Canthaxanthin	٣٠ ملليجرام لكل رطل او باينت
Caramel	
Carmine	
Carrot oil	
Cochineal extrat	
Cottonseed flour	
Ferrous gluconate	فى الزيتون الاسود فقط
(enocianina	فــــى المشروبات
Paprika	
Riboflavin	
Saffron	
Titanium dioxide	١٪ أو أقل
Turmeric	
Ultramarine blue	فى الملح فقط
Carbon black (Impingement)	

مستخلص اناتوٌ بيتا ـ كاروتــــين، مسحوق شمندر، كاموتينال، كانثازانثين، الكراميل، كارمين، زيت جزر، مستخلص القرمزية، دقيق بـــذرة قطن (محمض مزال جزء من زيته ومعامل بالحرارة)، جلوكونات حديدوز، عصائر فاكهـــة وخضروات، مستخلص قشور العنب، فلفل حلو (وراتنجة الزيتى)، ريبوفلافين، سافـــرون، ثانى اكسيد التيتانيوم، كركم (وراتنجة الزيتى)، صبغ اللازورد

المراجع

Bednarcy k,N. (1969) Edible oils and fats.Noyes Data Corp.

Brogstrom, G. (1968) Principles of food science. The Macmillan Co. N.Y.

Carter, T.C.(1968). Egg quality.Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Everhart, W. Harry, Eppier, A.W. and Youngs, W.D.(1975). Principles of fishery Science, Cornell Univ. Press.

Devine, Marjorie M. and Pimentel, Marcia H. Pimentel (1985). Dimentions of food.(an introductory laboratory manual). AVI Pub.

Earle, R.L.(1983). Unit Operations in Food Processing. Pergamon Press.

Fabbricate, T. and Sultan , W.J. (1975). Practical meat cutting and merchandising, vol.1 Beef. vol. 2 Pork, lamb and veal. Avi Pub. Co., Westport, Conn.

Furia, T.E. (Editor) (1968).Handbook of food additives. The chemical Rubber Co., Cleveland.

Furia,T.E. and Bellanca, N. (Editors) (1971). CRC Fenaroli's Handbook of flavor ingredients. International Edition. Chemical Rubber Co., Cleveland.

Garard, I.D.(1974). The story of food, Avi,Pub.Co.Westport, Conn.

Gillis, M. Sea food processing (1971) Noyes Data Corp.

Goodhart, R.S. and Shils, M.E.(1975). Modern nutrition in health and disease. 5th ed. Lea and Febiger, Philadelphia.

Gould, W.A. (1977) Food quality evaluation. Avi Pub.Co., Westport,Conn.

Guthrie, R.K.(1972). Food sanitation Avi. Pub.Co. Westport, Conn.

Harris, R.S., and Karmas, E. (1976). Nutritional evaluation of food processing.Avi.Pub.Co.,Westport, Conn.

Hood, L.F.(1977). Carbohydrates and health Avi.Pub.Cov., Westport, Conn.

Inglett, G.E. (1974). Symposium: Sweeteners.Avi Pub.Co., Westport, Conn.

Johnson, A.H., and Peterson, M.S.(1974). Encyclopedia of food technology. Avi. Pub. Co. Westport, Conn.

Judge, E.E. (1971). The almanac of the canning, freezing, preserving industries. 56th ed. Westminster, Maryland.

Junk, W.R. and Pancoast, H.M. (1973), Handbook of sugars for processors, chemists and technologists.Avi. Pub.Co., Westport, Conn.

Karmas, E. (1970). Fresh meat processing.Noyes Data Corp.

Karmas, E.(1970) Meat product manufacture, Noyes Data Corp.

Komarik, S.L., Tressler, D.K. and Long, L. (1974). Food products formulary, Vol.1, Meats, Poultry, Fish and shell fish. Avi. Pub. Co., Westport, Conn.

Kramer, A.(1977). Food and the consumer, 2nd ed. Avi. pub. Co., Westport, Conn.

Kramer, A., and Twigg, B.A. (1970). Quality control for the food industry.3d. edition. vol.1. Fundamentals. vol. 2 (1973). Applications. Avi. Pub. Co. Westport, Conn.

Kreuzer, Rudolf (Editor).(1974). Fishery products, Fishing news (Books) Ltd. West Byfleet, Surrey, England.

Matz, S.A.(1972). Eggs, In bakery technology and engineering 2nd. ed. Avi. Pub.Co., Westport, Conn.

Minifie, B.W.(1970). Chocolate, Cocoa and confectionery, Science and technology, Avi.Pub.Co. Westport, Conn.

Mountney, G.J.(1976). Poultry products technology, 2nd ed. Avi Pub.Co., Westport, Conn.

Nickerson, J.T.R., and Ronsivalli, L.J.(1976). Elementary food Science, Avi.Pub.Co. Westport, Conn.

Nickerson, J.T., and Sinskey,A.J. (1972). Microbiology of foods and food processing. American Elsevier Pub. Co.New York

Peterson, M.S., and Johnson, A.H. (1977). Encyclopedia of food Science.Avi. Pub.Co. Westport, Conn.

Peterson, M.S. and Tressler.,(1963).Food technology the world over. The Avi Pub.Co.,Inc.

Potter, N.N. (1973).Food science.Avi.Pub.Co.Westport, Conn

Ranken,M.D.(Editor)(1986).Food industries manual 21st.ed. Leonard Hill.

Shallenberger, R.S. and Brich, G.G.(1975)Sugar chem.Avi.& Pub. Co.Westport Conn.

Stansby, M.E. Industry Fisher technology.Reinhold Pub. Corp.N.Y.

Smith, Beverley Sutherland (1983).Salads. Windward.

Stadelman, W.J. and Cotterill, O.J.(1977). Egg science and technology.2nd.ed.Avi. Pub. Co.,Westport, Conn.

Stewart, George F. and Amerine, M.A.(1973).Introduction to food Science and technology.Academic Press.

Swern, D.(1964). Bailey's industrial oil and fat products.3d.ed. Interscience Pub.Div., John Wiley and Sons, N.Y.

Thorner, M.E.(1973). Convenience and fast food hand book: Avi. Pub.Co., Westport, Conn.

Thorner, M.A. and Manning.P.(1976).Quality control in food service,Avi.Pub. Westport, Conn.

Trager, J.(1970).The food book.Grossman Pub.,N.Y.

Underkofler, L.A.(1968).Handbook of food additives.Chemical rubber Co., Cleveland.

U.S.Dept. of Agr.(1970). Meat inspection regulations. Federal register, Part II,35,No. 193.

Dept.of Agr.(1959).U.S. Standards for grades of sugar cane molasses USDA Agr.Marketing Serv.No .. 16.

U.S.Dept. of Agr.(1968).Fats and oils situation U.S.D.A. Econ. Res.serv.FOS-244.

Watt.B.K., and Merrill, A.L.(1963).Composition of foods: Raw, Processed, Prepared,USDA Agr.Res.Serv., Agr. Handbook 8.

Weiss, G.Poultry processing (1971). Noyes Data Crop.

Wilson, G.D.(1961). A summary of the technical aspects of smoking meats.Am. Meat Inst. Spec. Rep. 26. American Meat Institute Foundation, Chicago, III.

Woolen, A.H.(Editor).(1970).Food industries manual 20th. ed.Chemical Pub.Co.Inc.N.Y.

Woollatt, Edgar (1985). The manufacture of soaps, other detergents and glycerine. Ellis Horwood Ltd. Pub., Chichester.John Willey and Sons, N.Y.

Woolrich, W.R. and Hallowell, E.R.(1970).Cold and freezer manual. The Avi Pub. Co.Inc.

Ziegler, P.T.(1956).Themeat we eat. 9th Ed.Interstate Printer and Publishers, Danville, III.

اللهم إني أسألك صحة في إيمان
وإيمانا في حسن خلق ونجاحا يتبعه
فلاح ورحمة منك وعافية ومغفرة
منك ورضوانا

محتويات الكتاب

صفحة

مقدمة ٥

الفصل الأول

الزيوت والدهون الغذائية ٦

هضم وامتصاص وتحولات الدهون ٨
الإنتاج العالمي من الزيوت والدهون ١٠
مكونات الدهون ١٢
الأحماض الدهنية ١٤
الجليسرين ٢٦
الجليكول ثلاثي الميثيلين ٢٩
الكحولات أحادية الإيدروكسيل ذات الوزن الجزيئي المرتفع ٢٩
الكحولات ثنائية الإيدروكسيل ٣٠
الإستيرولات ٣١
فيتامين ى ٣٤
التوكوفيرول ٣٤
الإيدروكربونات الأليفاتية ٣٥
الكاروتينويدات ٣٥
فيتامين أ ٣٨
فيتامين ك ٣٩
تركيب الدهون ٤٠
الخواص الطبيعية والكيميائية للدهون والأحماض الدهنية ٤٥
معامل الإنكسار ٤٥
الرائحة والنكهة ٤٦

صفحة

نقطة الإنصهار وتعدد الصور ... ٤٦
نقطة الغليان ... ٤٧
القابلية للذوبان ... ٤٧
التشابه الضوئى ... ٤٨
تفاعلات الحامض ... ٤٩
التحليل المائى ... ٥٠
الاتحاد بالكحول ... ٥٠
التصبن ... ٥٠
الاختزال إلى كحولات ... ٥١
هاليدات الأسيل ... ٥٢
المشتقات النتروجينية ... ٥٢
أنهيدريدات الحامض ... ٥٣
الكيتونات ... ٥٣
الألدهيدات ... ٥٤
الإيدروكربونات ... ٥٥
تفاعلات السلسلة البارافينية ... ٥٥
الأكسدة الذاتية فى السلسلة الأوليفينية ... ٥٥
أكسدة السلاسل الأوليفينية بالعوامل الكيميائية ... ٥٦
تجمع السلاسل الأوليفينية بالحرارة ... ٥٨
هدرجة السلاسل الأوليفينية ... ٥٩
إضافة مجموعة كب ام فى السلاسل الأوليفينية ... ٦١
تفاعلات السلاسل الإيدروكربونية ذات الإحلال ... ٦١
تركيب بعض الدهون والزيوت المعروفة ... ٦٢
اختبارات الزيوت والدهون ... ٦٤
قيمة الإستيل ... ٦٥
قيمة الحامض ... ٦٥

صفحة

الرماد ٦٥
اختبار باودوين ٦٦
طريقة برترام ٦٦
اختبار التبييض ٦٦
كشف الزيوت المغلاة ٦٦
كشف المذيبات الكلورية ٦٧
الادمصاص الكروماتوجرافى ٦٧
نقطة التعكير ٦٧
اللون ٦٨
الأحماض المكونة للزيت أو الدهن ٦٨
فصل الجليسريدات ٦٩
نقطة التجلد ٦٩
تقدير الروابط غير المشبعة المتبادلة ٦٩
الثبـــات ٧٠
الكثافة ٧٠
Dilatometry ٧٠
تفاعل حمض الإلايديك ٧٠
تقدير مجاميع إيبوكسى ٧١
تقدير نسبة الدهن ٧١
نقطة الإنسياب ٧٢
تقدير الأحماض الدهنية الحرة ٧٢
تقدير الجليسرين ٧٢
اختبار هالفن ٧٣
قيمة المكسابروميد ٧٣
قيمة الإيدروجين ٧٤
تمييز لأحماض الدهنية المشبعة ٧٤

صفحة

كشف الشوائب غير الذائبة	٧٤
العدد اليودى	٧٥
اختبار ماكى	٧٦
نقطة الإنصهار	٧٦
الإستيرات المثيلية	٧٦
الرطوبة	٧٧
الجليسريدات الأحادية	٧٧
الزيت المتعادل	٧٨
تحويل الضوء	٧٨
تقدير الترنخ	٧٨
معامل الإنكسار	٧٩
تقدير الراتنج	٧٩
★ مكافىء التصبن	٨٠
☆ قيمة التصبن	٨٠
نقطة التدخين ونقطة الاشتعال	٨٠
نقطة الليونة	٨١
المواد المعدنية الذائبة	٨١
التحليل الطيفى بالألوان	٨١
الكبريت	٨٢
الاختبارات الحرارية	٨٢
قيمة الثيوسيانوجين	٨٣
اختبار التجمد	٨٣
★ تقدير الأحماض الدهنية الكلية فى الصابون الخام	٨٣
نقطة التعكير	٨٤
فصل الأحماض المشبعة عن غير المشبعة بطريقة تويتشل	٨٤

صفحة

المادة غير القابلة للتصبن ٨٤
تقدير الأحماض غير المشبعة ٨٥
فصل الأحماض غير المشبعة ٨٥
كشف تركيب الأحماض غير المشبعة ٨٦
مركبات اليوريا ٨٧
الزوجة ٨٧
فصل الأحماض الدهنية الطيارة ٨٧
تقسيم اختبارات الزيوت والدهون والشموع ٨٨
ثوابت الزيوت والدهون والشموع ٩٠
اختبار غش الزبد ١١٦
أثر المدرجة فى ثوابت الزيت أو الدهن ١١٦
الأحماض الدهنية فى بعض الدهون المنتشرة ١١٧
النسب المئوية لأنواع الزيوت والدهون ١٢٥
الإنتاج المحلى من الزيوت والدهون ١٢٥
استعمالات الزيوت والدهون ١٢٦
استخلاص الزيوت والدهون ١٣٠
تخزين الخامات ١٣١
خطوات تصنيع الزيوت والدهون ١٣١
طريقة التسييح ١٣٣
طريقة الكبس ١٣٥
طريقة الاستخلاص بالمذيبات ١٣٨
تنقية الزيوت والدهون ١٤٠
فصل المواد الغروية ١٤١
إزالة الحموضة ١٤٢
إزالة اللون ١٤٣

صفحة

إزالة الرائحة ١٤٧
التشلية ١٤٩
هدرجة الزيوت ١٥٠
تفكيك الدهون ١٥٦
السلفنة والكبرتة ١٦٠
تقطير الأحماض الدهنية ١٦٣
الدهون الغذائية ١٦٦
زيت السلاطة وزيت الطهى ١٦٧
الزبد ١٦٧
المرجرين ١٦٨
شحم الخنزير ودهون الخبيز ١٧٢
جلوبال ١٧٤
الدهن البقرى والضأن ١٧٤
دهون الشيكولاتة والحلوى ١٧٤
الأكسدة الذاتية فى الدهون ومنتجاتها ١٧٦
بعض الزيوت والدهون الهامة ١٧٧
زيت اللوز ١٧٧
زبد الكاكاو ١٧٧
الشحم النباتى الصينى ١٧٧
زيت جوز الهند ١٧٨
زيت الذرة ١٧٩
زيت الأسماك وزيت كبد الأسماك ١٧٩
الشحوم ١٨٠
شحم الخنزير ١٨١
زيت بذر الكتان ١٨١
زيت الزيتون ١٨٢

صفحة

زيت ثمار النخيل ١٨٣

زيت النخيل ١٨٤

زيت الفول السوداني ١٨٥

زيت فول الصويا ١٨٥

الدهن البقرى ١٨٥

زيت تنج (زيت بذور شجر التانغ) ١٨٧

زيوت الأسماك البحرية ١٨٨

زيت بيريلا ١٨٨

زيت مخلفات المذابح ١٨٨

زيت كوهين ١٩٠

زيت باباسو ١٩٠

زيت الخروع ١٩١

زيت بذرة القطن ٢٠١

الفصل الثانى

الصابون ٢١٠

الدهون المستخدمة فى صناعة الصابون ٢١٢

طريقة الغليان لصناعة الصابون ٢١٣

طريقة الاتجاه المضاد الساخنة لصناعة الصابون ٢١٦

الطريقة المستمرة لصناعة الصابون ٢١٧

صابون التواليت ٢٢١

الصابون الطافى ٢٢٢

كرات الصابون ٢٢٤

مسحوق الصابون ٢٢٤

شرائح الصابون ٢٢٤

صفحة
مخاليط المنظفات ٢٢٥
قطع الصابون ٢٢٥
مساحيق الغسيل ٢٢٥
الصابون المحضر بالطريقة الباردة والطريقة نصف الساخنة ٢٢٦
الصابون السائل ٢٢٧
الخواص الطبيعية لمحلول الصابون... ... ... ٢٢٧

الفصل الثالث

المنظفات والمطهرات الصناعية ٢٢٨

المنظفات الأنيونية ٢٣٠
المنظفات غير الأيونية ٢٣٤
المنظفات الكاتيونية ٢٣٥
المنظفات الأمفوتيرية ٢٣٩

الفصل الرابع

زيوت الطلاء ودهون التشحيم والشموع وغيرها ٢٤٠

الترسيب ٢٤٢
الغسيل الحمضي ٢٤٣
معادلة الحموضة ٢٤٣
إزالة اللون ٢٤٣
الزيوت المغلية ٢٤٣
الزيوت المهواة ٢٤٤
زيت ستاند (زيت جلوف مبلمر بالتسخين) ... ٢٤٤
التجزئة بالمذيب... ... ... ٢٤٥
الأسترة ٢٤٦

صفحة
التشابه الضوئى ٢٤٦
نزع الماء ٢٤٦
التفاعل مع أندريد الماليك ٢٤٧
مواد الطلاء ٢٤٧
الشحومات ٢٥٠
الدهون المستخدمة فى صناعة الشموع ٢٥٠
الزيوت المستخدمة فى صناعة الشمع ٢٥١
الدهون المستخدمة فى صناعة مواد الزينة ٢٥٢
الدهون ومشتقاتها المستخدمة فى الأغراض الصيدلية ٢٥٢
استعمال الدهون فى صناعة الجلود ٢٥٢
الزيوت المستخدمة فى صناعة النسيج ٢٥٣
الدهون المستخدمة فى طلاء صفيح العلب ٢٥٣
زيت الصنوبر الراتنجى ٢٥٣
الأحماض الدهنية الصناعية ٢٥٥
الشمع ٢٥٥

الفصل الخامس

المواد المضافة للأغذية ٢٥٨

المواد الحافظة ٢٥٩
أنواع المواد الحافظة ٢٥٩
حامض البنزويك وأملاحه ٢٦٠
حامض الفانيليك وإستراته ٢٦١
إسترات حامض البارا هيدروكسى بنزويك ٢٦١
حمض البارا كلورو بنزويك ٢٦١
حامض البروبيونيك ٢٦٢

صفحة

حامض السوريك ٢٦٢

حامض الخليك (دهيدرو) ٢٦٣

بروبيلين الجليكلول ٢٦٣

الجليكول ثلاثى الإيثايل ٢٦٣

أكسيد الإيثيلين أو البروبيلين وبروميد الميثايل ٢٦٤

حامض الفورميك والفورمالدهيد ٢٦٤

حامض السليسيلك أو التريك أو الطرطريك ٢٦٤

المضادات الحيوية ٢٦٤

ثانى أكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز وأملاحه ٢٦٦

حامض النتروز وأملاحه ٢٦٧

فوق أكسيد الإيدروجين ٢٦٨

الكلور ٢٦٨

حامض البوريك وأملاحه ٢٦٩

المعادن الثقيلة ٢٦٩

ملح الطعام ٢٦٩

السكر ٢٧٠

التوابل ٢٧١

الخل ٢٧١

حامض اللكتيك ٢٧١

كحول الإيثايل ٢٧٢

الجليسرين ٢٧٢

الزيوت العطرية ٢٧٢

التدخين ٢٧٢

مانعات الأكسدة ٢٧٣

الأسماء التجارية لبعض المواد الحافظة ٢٧٤

رموز بعض المركبات الشهيرة ٢٧٩

صفحة

تفسير عمل مانعات الأكسدة ٢٨٢
قانون المواد الحافظة ٢٨٣
مواد الاستحلاب ٢٨٦
إيثير السليوز ٢٨٧
جليكولات السليوز ٢٨٧
الجليسريدات الأحادية والثنائية ٢٨٧
اللوريل سلفاو أسيتات ٢٨٧
استيارات البرويلين ٢٨٨
الكيلات اللانيتان ٢٨٨
الكيلات السوربيتان ٢٨٨
الأمكول ٢٨٩
المواد المعدلة للقوام ٢٨٩
المواد المرطبة ٢٩٠
المواد المكسبة للنكهة ٢٩٠
التوابل ٢٩١
محسنات النكهة المألوفة ٢٩٢
المواد الملونة ٢٩٤
المواد المدعمة ٢٩٨
مواد التعادل ٢٩٨
مواد التغطية والتغليف ٢٩٩
التشميع ٣٠٠
البكتينات ٣٠١
مواد التغليف المعاملة ٣٠١
المحليات الصناعية ٣٠١
قوانين المواد المضافة ٣٠٢
محتويات الكتاب ٣٠٣

كتب للمؤلف

الصناعات الغذائية : دار المعارف بمصر

الجزء الأول : تكنولوجيا الحبوب ٧٣٥ صفحة الطبعة الثالثة

الجزء الثانى : تكنولوجيا الخبز ٦٨٨ صفحة الطبعة الثالثة

الجزء الثالث : حفظ وتصنيع الأطعمة ٥٨٢ صفحة الطبعة الرابعة

الجزء الرابع : عمليات التصنيع وكيمياء النباتات ٦٥٠ « الطبعة الأولى

الجزء الخامس : تكنولوجيا النكهة وكيمياء الأغذية الطبعة الأولى

الجزء السادس : الكيمياء الحيوية والتمثيل الغذائى ٥٨٥ « الطبعة الأولى

الجزء السابع : الحلوى ٤١٤ « الطبعة الثالثة

الصناعات الزراعية : مكتبة الأنجلو المصرية

(١) : تكنولوجيا الزيوت والدهون والصابون

(٢) : المنتجات الحيوانية والتحليل ٦٦٦ صفحة الكروماتوجرافى

الغذاء والتغذية : دار الفكر العربى بالقاهرة

الجزء الأول : التغذية الصحيحة ٨٩٠ « الطبعة الرابعة

الجزء الثانى : التغذية الصحية وتقييم الأغذية ٥٥٨ « الطبعة الرابعة

الجزء الثالث : حفظ الأغذية التكنولوجيا الحديثة ٥٦٠ « الطبعة الثالثة

الكيمياء الحضرية دار الثقافة للطباعة والنشر ٥٨١ « الطبعة الأولى

رقم الإيداع ٨٧/٣٥٤٦

الترقيم الدولى ٨ - ٢٠٤١ - ٠٢ - ٩٧٧

٦٠٠ قرش